



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultade de Ciencias

Grao en Bioloxía

Memoria do Traballo de Fin de Grao

Flora briofítica e pteridofítica dunha carballeira Galaico-Asturiana. Razóns para a conservación de A Fraga Gorda (Muras-Ourol, Lugo)

Flora briofítica y pteridofítica de un robleal Galaico-Asturiano. Razones para la conservación de A Fraga Gorda (Muras-Ourol, Lugo)

Bryophytic and pteridophytic flora in a common oak-dominated forest. Reasons for conservation in A Fraga Gorda (Muras-Ourol, Lugo)

Duarte González Mariño

Curso: 2020 - 2021.

Convocatoria: Setembro

Director 1: Manuel Pimentel Pereira

Director 2: Elvira Cecilia Sahuquillo Balbuena

Resumo

Os briófitos (Divisións Bryophyta, Marchantiophyta e Anthocerotophyta) son un grupo funcional de organismos vexetais terrestres caracterizados polo seu pequeno tamaño e por seren típicos de ambientes húmidos e sombríos. Os bosques setentrionais galegos, de elevada humidade ambiental e clima templado hiperoceánico, son lugares óptimos para o desenvolvemento dos briófitos. A Fraga Gorda (Muras, Lugo; As Pontes, A Coruña) forma parte destes bosques setentrionais, e foi o lugar escollido para levar a cabo este traballo polo descoñecemento existente acerca da brioflora da zona. Realizáronse mostraxes dos briófitos vencellados ó cauce do Rego Tras da Serra que circula polo interior da fraga. Máis concretamente, analizáronse tres localidades que se correspondían co curso alto, curso medio-alto e curso medio do Rego. Asemade, realizáronse inventarios da flora vascular das zonas visitadas. Identificáronse un total de 50 especies briófitas; 30 musgos e 20 hepáticas. Os taxa detectados, tanto de briófitos como de plantas vasculares foron caracterizados en base a súa taxonomía, bioxeografía e ecoloxía. Os nosos resultados amosan que a brioflora (tamén a pteridoflora) do Val do Rego Tras da Serra presenta afinidades primeiramente macaronésicas e tropicais, ao contrario do que ocorre coas especies de anxiospermas (clase Magnoliopsida), primeiramente eurosiberianas. Dende o punto de vista da conservación dos briófitos, detectáronse tres especies de musgos e dúas de hepáticas "vulnerables" ou "en perigo". A presenza destas especies e a súa comunidade constitúe un argumento a prol da conservación desta zona que tamén presenta diversas especies pteridofíticas de interese.

Palabras clave: afinidades bioxeográficas, briófitos, conservación, flora macaronésica, val do Rego Tras da Serra.

Resumen

Los briófitos (Divisiones Bryophyta, Marchantiophyta y Anthocerotophyta) son un grupo funcional de organismos vegetales terrestres que se caracterizan por su pequeño tamaño y ser propios de ambientes húmedos y sombreados. Los bosques del norte de Galicia, con alta humedad ambiental y clima hiperoceánico templado, son lugares óptimos para el desarrollo de briófitas. La Fraga Gorda (Muras, Lugo; As Pontes, A Coruña) forma parte de estos bosques del norte, y fue el lugar elegido para realizar esta obra debido al desconocimiento existente sobre la bryoflora de la zona. Se llevaron a cabo muestras de briófitas vinculadas al canal Rego Tras da Serra que discurre por el interior del bosque. Más específicamente, se analizaron tres localidades que correspondían al curso superior, curso medio-alto y curso medio del Riego. Además, se realizaron inventarios de la flora vascular de las áreas visitadas. Se identificaron un total de 50 especies de briófitas; 30 musgos y 20 hepáticas. Las tasas detectadas tanto de briofitas como de plantas vasculares se caracterizaron en función de su taxonomía, biogeografía y ecología. Nuestros resultados muestran que la bryoflora (también la pteridoflora) de Val do Rego Tras da Serra tiene afinidades principalmente macaronésicas y tropicales, en contraste con las especies de anxiospermas (clase Magnoliopsida), principalmente eurosiberianas. Desde el punto de vista de la conservación de las briofitas, se detectaron tres especies de musgos y dos especies de hepáticas "vulnerable" o "en peligro". La presencia de estas especies y su comunidad es un argumento para la conservación de esta zona que también presenta varias especies pteridofíticas de interés.

Palabras clave: afinidades biogeográficas, briofitas, conservación, flora macaronésica, valle de Rego Tras da Serra.

Summary

Bryophytes (Bryophyta, Marchantiophyta and Anthocerotophyta Divisions) are a functional group of terrestrial plant organisms characterized by their small size and being typical of humid and shady environments. The forests of northern Galicia, with high humidity and a temperate hyperoceanic climate, are optimal places for the development of bryophytes. La Fraga Gorda (Muras, Lugo; As Pontes, A Coruña) is part of these northern forests, and was the place chosen to carry out this work due to the lack of knowledge about the bryoflora in the area. Samples of bryophytes linked to the Rego Tras da Serra channel that runs through the interior of the forest were carried out. More specifically, three localities corresponding to the upper course, medium-high course and middle course of the Irrigation were analyzed. In addition, inventories of the vascular flora of the visited areas were carried out. A total of 50 species of bryophytes were identified; 30 mosses and 20 liverworts. The detected rates of both bryophytes and vascular plants were characterized according to their taxonomy, biogeography and ecology. Our results show that the bryoflora (also the pteridoflora) of Val do Rego Tras da Serra has mainly Macaronesian and tropical affinities, in contrast to the Angiosperm species (Magnoliopsida class), mainly Eurosiberian. From the bryophyte conservation point of view, three species of mosses and two species of "vulnerable" or "endangered" liverworts were detected. The presence of these species and their community is an argument for the conservation of this area that also presents several pteridophytic species of interest.

Keywords: biogeographic affinities, bryophytes, conservation, Macaronesian flora, Rego Tras da Serra valley.

ÍNDICE

1. Introducción	3
1.1 Os Briófitos. Bioloxía e diversidade	3
1.2 Os bosques do Norte de Galicia. Un hábitat relevante para os briófitos.....	3
1.3 A Fraga Gorda.....	5
1.4 A brioloxía en Galicia. Razóns para a conservación dos briófitos galegos	6
2. Obxectivos	7
3. Material e métodos	8
3.1 Área de Estudo. Localización e caracterización xeolóxica, edafolóxica e climática....	8
3.2 Área de Estudo. Vexetación e interese da súa conservación	10
3.3 Recolección e identificación de mostras.....	11
3.4 Análise de resultados	12
4. Resultados	13
4.1. Catálogo Florístico	13
4.2. Análise dos datos	13
5. Discusión.....	17
6. Conclusións	22
7. Bibliografía	23
7.1. Artículos e libros	23
7.2. Páxinas web	26
<i>Anexo I: Catálogo Florístico</i>	<i>27</i>

1. Introducción

1.1 Os Briófitos. *Bioloxía e diversidade*

Os briófitos, definidos como embriófitos non vasculares, son polo xeral plantas de pequeno tamaño e típicas de lugares sombríos e húmidos (Díaz et al., 2004). Porén, numerosas especies presentan unha elevada amplitude ecolóxica e numerosas estratexias para combatir a desecación (Charron & Quatrano, 2009). Dende o punto de vista filoxenético, a monofilia dos briófitos continúa en discusión, como tamén o está a antigüidade da orixe do grupo (e.g. Konrat et al., 2010).

Existen arredor de 24000 especies de briófitos agrupadas en tres divisións: Bryophyta (musgos), Marchantiophyta (hepáticas) e Anthocerotophyta (antoceros). Trátase do segundo grupo máis diverso das plantas terrestres, e a maior parte das liñaxes actuais remóntanse a finais do Mesozoico, momento no que ocorreu unha gran diversificación deste grupo (Feldberg et al., 2014). A división Bryophyta (musgos en sentido estrito) está formada por unhas 15000 especies que se atopan distribuídas por toda a superficie do planeta, sendo especialmente abundantes nas rexións boreais, nas zonas montañosas e, polo xeral, en lugares con elevada humidade ambiental e gran cobertura arbórea (Díaz et al., 2004). A división Marchantiophyta (hepáticas) inclúe arredor de 9000 especies, e é un grupo especialmente diverso en bosques húmidos tropicais. Por último, as antocerotas, están considerados como unha liñaxe basal da que xurdiron os primeiros vexetais terrestres e comprende entre 100 e 250 especies, dependendo dos autores (Díaz et al., 2004; Villarreal et al., 2014).

O ciclo vital dos briófitos é dixenético, heteromórfico e haplo-diplofásico, cun gametófito haploide (n) e dominante e un esporófito diploide ($2n$) que se desenvolve e vive sobre o gametófito (Díaz et al., 2004). Se ben a meirande parte dos briófitos son terrestres, a auga é necesaria para completar o seu ciclo vital. Presentan gametos masculinos flaxelados móbiles que deben avanzar, no medio externo saturado de auga, ata o gameto feminino (oosfera), que se atopa protexido dentro do gametanxio feminino ou arquegonio (Cronquist, 1986). Malia necesitaren auga para completar o seu ciclo vital, os briófitos son plantas fundamentalmente terrestres, polo que deben facer fronte á posible desecación do hábitat. Non presentan epiderme complexa e eficaz como a das plantas vasculares, mais desenvolven mecanismos alternativos para evitar e ou reducir a perda constante de auga (seu pequeno tamaño, capacidade de absorber auga e nutrientes por toda a superficie, formación de sacos acuíferos, pregamento de filidios, etc.; Díaz et al., 2004). Os briófitos son, polo tanto, poiquilohídros, sendo os musgos máis tolerantes á desecación (resistentes en ambientes secos) cas hepáticas, e dentro destas as talosas máis tolerantes cas foliosas (Estébanez et al., 2011).

1.2 Os bosques do Norte de Galicia. *Un hábitat relevante para os briófitos*

A mellor representación dos bosques no Norte de Galicia atópase nas cordilleiras setentrionais, o extremo occidental dos Montes Galaico-Asturianos, orientadas de Leste a Oeste ao longo do norte da provincia de Lugo e tamén no noroeste da Coruña (Ramil & Aira, 1996). Estas serras pertencen á rexión Eurosiberiana, provincia Cántabro-Atlántica, sector Galaico-Asturiano, subsector Galaico-Asturiano setentrional (Rivas-Martínez et al., 1987; Rodríguez Guitián & Ramil Rego, 2008). Os bosques nestas rexións desenvólvense baixo a influencia dun macrobioclima temperado (caracterizado pola ausencia ou escasa incidencia de seca estival), elevada humidade ambiental e un bioclima hiperoceánico ou

oceánico. A baixa amplitude térmica anual destas zonas, derivada do efecto modulador do Mar Cantábrico, favorece o asentamento de especies termófilas e mesmo de óptimo subtropical, entre elas numerosas criptógamas vasculares e non vasculares (Rodríguez Guitián & Ramil Rego, 2010; Seoane, 2020)

Dentro do subsector Galaico-Asturiano, a Fraga Gorda atópase situada entre os pisos bioclimáticos termo e mesotemplado onde, segundo Rivas Martínez et al (1987), desenvólvese a serie colino-montana galaico-asturiana orocantábrica, acidófila, do carballo ou *Quercus robur* L., denominada *Blechno spicanti* – *Quercetum roboris* (carballeiras acidófilas). Asemade, a Fraga Gorda atópase no límite entre a variante termotemplada (colina) con *Laurus nobilis* L. e moitas outras especies termófilas (subasociación *lauretosum nobilis*), que domina no extremo noroeste de Galicia, e a variante típica mesotemplada (montana), que se atopa situada máis ao interior (Rivas-Martínez et al., 1987). Esta situación xeográfica confírelle á Fraga Gorda unha particularidade, xa que nela atópanse especies típicas montanas e outras máis termófilas, comúns das laurisilvas, ou dos bosques que se atopan máis preto do litoral (Seoane, 2020). A comunidade vexetal da zona cambia tamén a medida que nos desprazamos cara o sur e subimos en altitude, debido a unha maior continentalidade, pasando a ser as arandeiras (*Vaccinium myrtillus* L.) a especie característica (asociación *Vaccinio myrtilli* - *Quercetum roboris*) (Costa et al., 1997). O Val do Rego Tras da Serra atópase situado na zona de transición entre estas dúas asociacións, feito que se reflectirá na composición da súa flora.

Na actualidade, existen dúas hipótesis para explicar a existencia na Fraga Gorda (e por extensión nas fragas costeiras do N de Galicia) de flora de carácter subtropical. Segundo Barrón et al. (2003) a orixe desta flora é Terciaria, xa que no Cretácico existía unha xeoflora arctoterciaria limitada ás latitudes altas do planeta, e outra xeoflora denominada Paleotropical, máis amplamente distribuída e típica de latitudes medias e baixas. Esta última xeoflora estaba composta por un gran número de xéneros e familias que están actualmente ausentes en Europa e que agora habitan nas zonas tropicais de África, Asia e a rexión macaronésica. Dentro desta flora dominaban especies de lauráceas (como do xénero *Laurus*), especies de fagáceas (como do xénero *Quercus*) e diversas especies de palmeiras. O enfriamento climático do Oligoceno inferior fixo retroceder esta flora subtropical cara o Sur e o Oeste de Europa. Nese retroceso, esta flora atopouse co obstáculo que supón o mar Mediterráneo, e só algunhas especies conseguiron refuxiarse no norte de África e nos arquipélagos macaronésicos (Azores, Madeira, Salvaxes, Canarias e Cabo Verde). A gran maioría destes elementos paleotropicais desapareceron durante os repetidos cambios climáticos e paleo-xeográficos que tiveron lugar durante o Mioceno superior, pero pénsase que algúns taxóns conseguiron refuxiarse en vales profundos moi húmidos e sombríos e que estiveran preto do mar en zonas Atlánticas do S de Europa e o N de África, como sería o caso da Fraga Gorda. En contraposición a esta teoría, Kondraskov et al. (2015) sinalan que moitos dos elementos considerados relictos terciarios non deberían selo, xa que segundo a súa hipótese estas comunidades vexetais son relativamente recentes e recolonizaron a Península Ibérica grazas á súa capacidade de dispersión a longa distancia e de adaptación morfolóxica e ecolóxica. A pesar do exposto, Kondraskov et al. (l.c.) coinciden con Barrón et al. (l.c.) en defender que, aínda que non se trate de relictos terciarios verdadeiros, existen diversos motivos para a conservación destes bosques: a súa biodiversidade, a súa composición de especies particular e o carácter endémico de moitas delas (Kondraskov et al., 2015).

1.3 A Fraga Gorda

A Fraga Gorda sitúase no Val do Rego Tras da Serra (Figura 1), no límite entre os concellos de Muras (Lugo) e As Pontes de García Rodríguez (A Coruña). É unha carballeira galaico-asturiana de tipo acidófilo de 45 hectáreas (ha) que está influenciada polo clima templado hiperoceánico que predomina no litoral galego (Rodríguez Guitián et al., 2012). Os factores abióticos que predominan nesta zona, como a alta humidade relativa, a elevada cobertura de especies arbóreas que xeneran amplias zonas sombrías e o ambiente hiperoceánico nun medio doceacuícola lótico, favorecen a existencia dos briófitos, o que fai o Rego Tras da Serra unha área de especial interese para o seu desenvolvemento. Cómpre salientar que esta rexión atópase preto de dúas zonas de interese para a conservación dos briófitos, como son As Fragas do Eume (A Coruña) e a Serra do Xistral (Lugo) (Garilleti & Albertos, 2012). Asemade, e a diferenza das zonas antes mencionadas, A Fraga Gorda carece de figuras de protección (<http://mapas.xunta.gal/>). Será necesario realizar unha análise en profundidade da biodiversidade da rexión para a súa posta en valor.

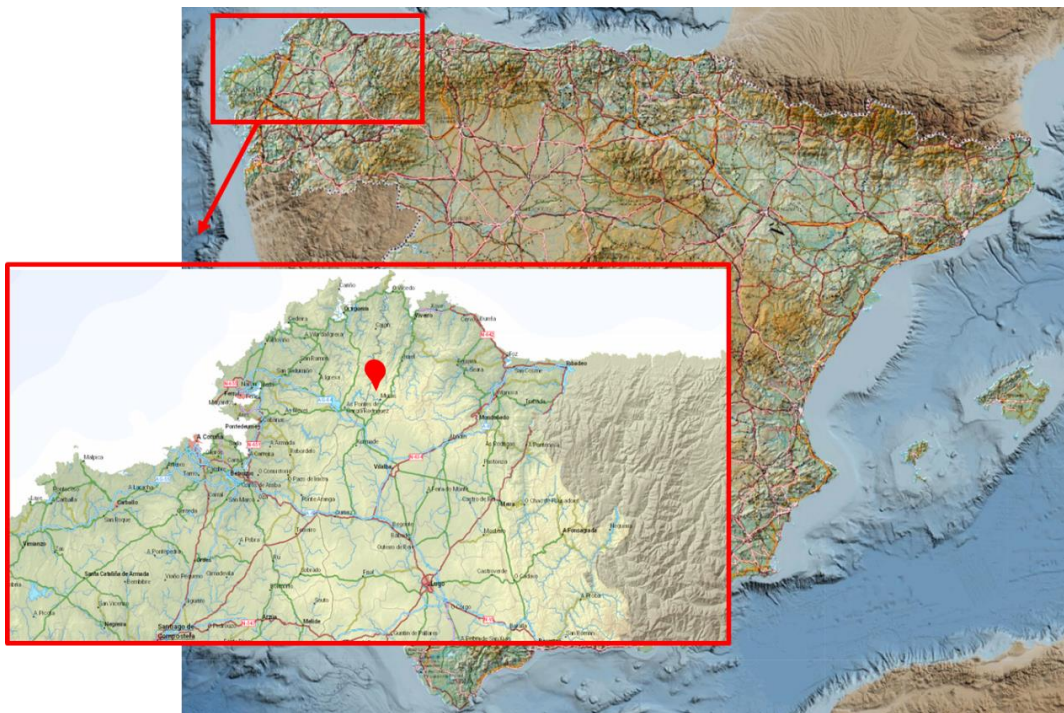


Figura 1. Localización da Fraga Gorda dentro da Península Ibérica (<https://www.geamap.com/es>) e detalle do norte de Galicia e occidente de Asturias, sinalando a fraga mediante un punto vermello (<http://mapas.xunta.gal/>).

Esta Fraga, ao igual que moitas outras carballeiras do norte peninsular, enfróntanse a diversas ameazas (Figura 2) que poñen en risco a súa integridade (Rodríguez-Guitián et al, 2012). Na Rexión Eurosiberiana atlántica quedan poucas carballeiras en bo estado que non sufriran alteracións, no pasado, asociadas á deforestación para obter madeira de calidade destinada a construción naval (Costa et al., 1997). Hoxe en día seguen existindo diversas ameazas provocadas polos incendios forestais, as plantacións de especies alóctonas, a deforestación para o posterior uso gandeiro ou agrícola do solo e a construción de parques eólicos (Rodríguez-Guitián et al, 2012).

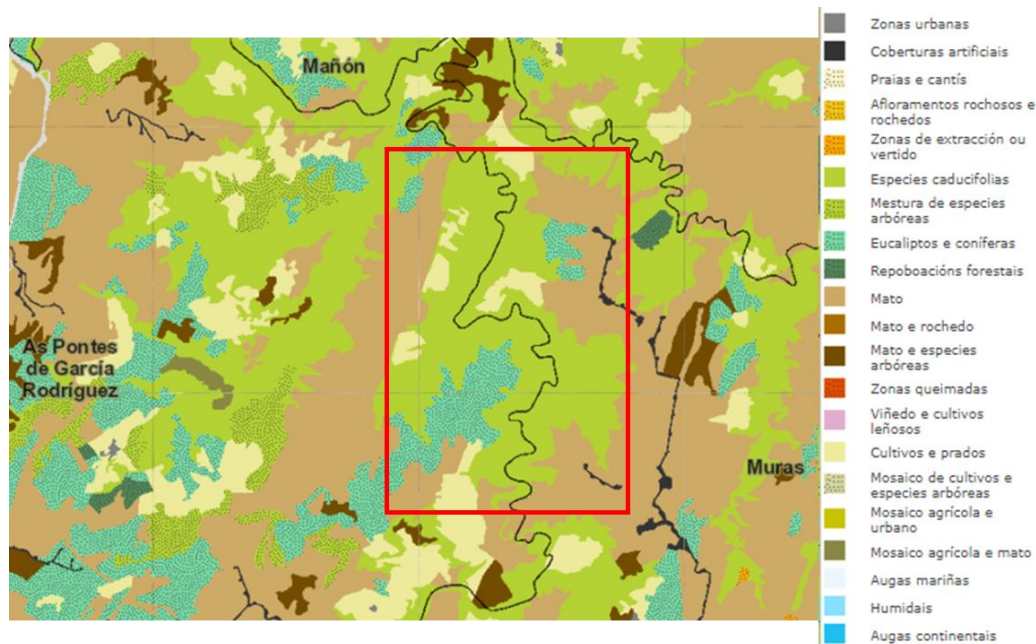


Figura 2. Mapa de usos do solo no entorno da Fraga Gorda marcada en vermello, que se corresponde coa masa de especies caducifolias, no límite entre Muras e As Pontes. As liñas negras finas representan o límite entre concellos e as liñas negras de maior grosor, representan aeroxeradores (<http://mapas.xunta.gal/>).

1.4 A brioloxía en Galicia. Razóns para a conservación dos briófitos galegos

O estudo dos briófitos de Galicia comezou no século XIX, coa publicación de diversas citas de baixo rigor científico que sinalan a presenza dalgunhas especies de briófitos no noso territorio. Foi o galego Antonio Casares Gil o primeiro en realizar unha importante contribución para coñecer a bioflora en Galicia e tamén en España (<http://consellodacultura.gal/>). As súas obras *Flora ibérica. Briófitas (primera parte). Hepáticas* (1919) y *Flora ibérica. Briófitas (segunda parte). Musgos* (1932) (<https://bibdigital.rjb.csic.es/>), son de gran importancia para a Brioloxía galega e marcan un antes e un despois no estudo da brioflora peninsular (Seoane, 2020).

Os estudos de, entre outros, Casares Gil (l.c.), Allorge (e.g. Allorge, 1931) ou Allorge & Casas (1958) ampliaron en gran medida o coñecemento da flora briofítica no N de Galicia e do conxunto da Península Ibérica. Porén, os primeiros estudos sistemáticos da flora briofítica dos bosques septentrionais de Galicia débense a Reinoso-Franco e os seus colaboradores (e.g. Reinoso-Franco, 1985). Ata onde nós sabemos, non se ten realizado un estudo sistemático da flora de briófitos do Val do Rego de Tras da Serra.

Nos últimos anos, a Brioloxía en España foi gañando apoio institucional e estanse a realizar diversos proxectos de conservación, pero o número e a selección de especies protexidas é inapropiado, xa que moitas das especies incluídas na Lista Vermella non foron engadidas posteriormente nos catálogos rexionais e nacionais. Segundo a Lista Vermella española (Garilleti & Albertos, 2012) existen 271 especies ameazadas, pero só o 29% desas especies de briófitos están baixo certo nivel de protección entre España peninsular e Baleares (Infante et al., 2017). Galicia, xunto con Cataluña, é unha das rexións con maior número de especies de briófitos protexidos (28 especies), aínda que este número de especies protexidas debería ser moito maior tanto en España como na

nosa comunidade (ata 35), segundo as estimas realizadas por Infante et al. (2017). Por último, debemos de ter en conta que a protección legal de especies de briófitos ameazadas é unha necesidade, non só para garantir a integridade destas poboacións máis sensibles, senón porque a protección destes briófitos ameazados derivará tamén na protección global dos seus hábitats e outras especies asociadas. (Albertos et al., 2018).

2. Obxectivos

Os obxectivos propostos neste traballo son:

1. Estudar a biodiversidade da flora briofítica vencellada ao cauce do Rego Tras da Serra, elixindo tres localidades representativas do conxunto do cauce.
2. Realizar a caracterización das especies de briófitos dende diferentes puntos de vista (florístico, ecolóxico e bioxeográfico).
3. Efectuar unha análise comparativa entre a riqueza florística e as afinidades bioxeográficas de plantas vasculares e de briófitos
4. Comprobar se no val do Rego Tras da Serra existen especies de interese para a conservación por atoparse nas listas vermellas, ser pouco abundantes ou caracterizar hábitats de interese comunitario.

3. Material e métodos

3.1 Área de Estudo. Localización e caracterización xeolóxica, edafolóxica e climática

O Val do Rego Tras da Serra sitúase entre os concellos de Muras (Lugo) e As Pontes (A Coruña). As coordenadas dende o inicio ata o final deste val son as seguintes: 43° 31' 15" N - 7° 45' 5" W y 43° 32' 10" N - 7° 45' 54" W (Seoane, 2020). O Rego Tras da Serra é un pequeno afluente do río Sor que percorre o val do mesmo nome e está formado pola unión de vaíos regos menores. Augas abaixo, en Ambosores (Ouro, Lugo), o Rego Tras da Serra e o Rego de Santar conflúen dando lugar ó nacemento do río Sor). O Rego Tras da Serra discorre en dirección NE a través dun terreo formado principalmente por cuarcitas pertencentes ao Dominio Olla de Sapo, arrodeadas por depósitos de lousas e gneises (<https://info.igme.es/>). O val atópase preto da "Falla de Viveiro", que supón un punto de unión entre as cuarcitas do Dominio Olla de Sapo e os xistos do Dominio Domo de Lugo, e ten certa influencia sobre a nosa área de estudo (Alberruche del Campo, 1992).

O pH do solo do val é claramente acedo, cun valor medio entre 4,5 e 5, e a súa porosidade fluctúa entre un 65 e un 75% (<http://rgis.cesga.es/>). Estes solos son de ladeira e de tipo Regosol úmbrico e Cambisol húmico, presentando inclusións de Leptosols úmbricos nas zonas de maior pendente (Fernández Vega, 1998; Macías & Calvo de Anta, 2011; <http://mapas.xunta.gal/>). Tamén podemos salientar o seu baixo contido en arxilas (0-20%), o seu pouco desenvolvemento e a presenza de gran cantidade de areas e gravas que proceden da erosión da rocha silíceasubxacente (<http://rgis.cesga.es/>).

O val do Rego Tras da Serra presenta un macrobioclima temperado, con elevada humidade ambiental polo que se correspondería cun bioclima hiperoceánico debido principalmente ao efecto modulador do Mar Cantábrico (Rodríguez Guitián & Ramil Rego, 2008). Os datos climáticos obtidos da estación meteorolóxica da Serra da Faladoira (Ortigueira, A Coruña) para os anos 2011-2020 preséntanse na Figura 3. En base a estes datos, a T media da zona foi de 11,04 °C cunha a precipitación total media ao longo dun ano de 1721.42 L/m².

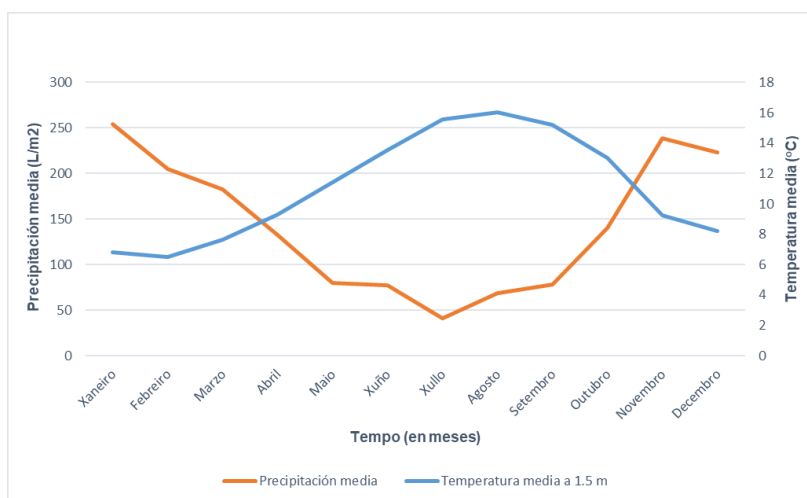


Figura 3. Diagrama bioclimático baseado nas medias para cada mes dende 2011 ata 2020. Datos obtidos da estación meteorolóxica da Serra da Faladoira (Ortigueira, A Coruña) (<https://www.meteogalicia.gal/>)

O índice de continentalidade (Ic), equivalente ao valor da amplitude térmica media anual, calculouse en base a temperatura media do mes máis frío, (febreiro, 6,53 °C), e o mes máis cálido, (agosto, 16,02 °C) (Figura 3). O índice medio para este intervalo de 10 anos (2011-2020) é menor de 10 °C, valores que son típicos de climas hiperoceánicos (Rodríguez Guitián & Ramil Rego, 2007).

O número de días de xeadas que se producen ao longo do ano é moi baixo, debido á influencia da proximidade do mar, que amortigua tanto o descenso como o ascenso das temperaturas (Figura 4) (Rodríguez Guitián & Ramil Rego, 2007). Os briófitos precisan dun ambiente húmido e sombrío para desenvolverse, isto vén determinado pola cobertura arbórea e/ou presentar unha baixa insolación. No caso do val de Tras da Serra, durante os meses de verán non se supera o 50% de insolación e durante o inverno este valor descende ata o 30%, feito que se debe, por exemplo, a unha maior cantidade de días nubrados (Figura 4).

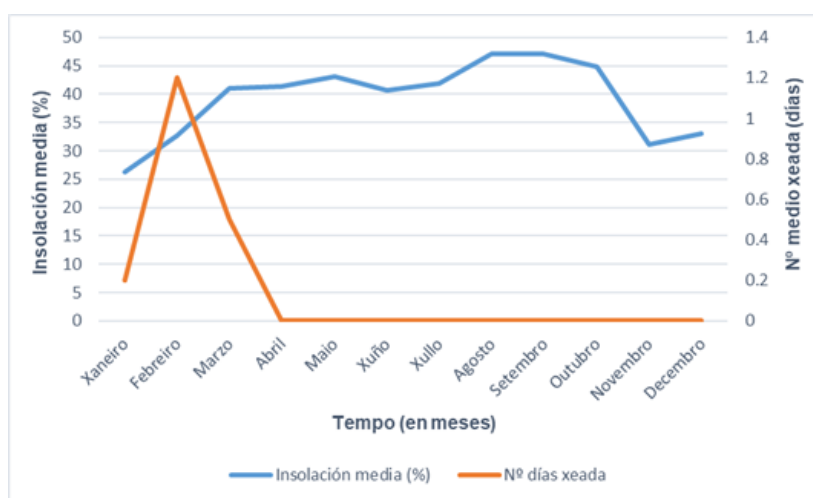


Figura 4. Gráfica do nº de días de xeadas e a porcentaxe do total da radiación incidente que chega a superficie terrestre (insolación). Datos obtidos da estación meteorolóxica da Serra da Faladoira (Ortigueira, A Coruña) (<https://www.meteogalicia.gal/>).

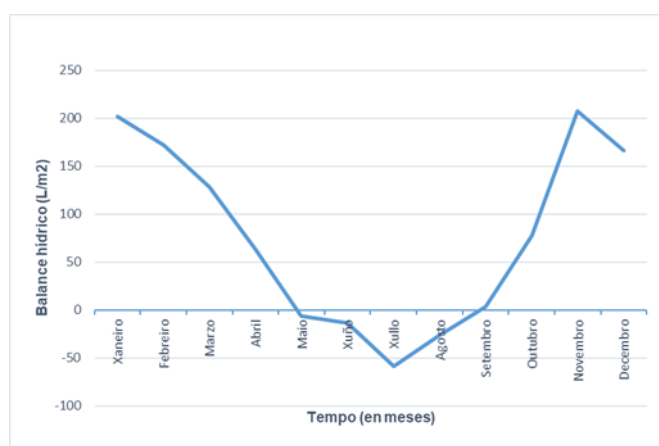


Figura 5. Gráfica representativa do balance hídrico medio para cada mes desde 2011 ata 2020. Datos obtidos da estación meteorolóxica da Serra da Faladoira (Ortigueira, A Coruña) (<https://www.meteogalicia.gal/>).

Na figura 5 podemos observar como no val do Rego Tras da Serra os aportes hídricos (precipitacións, aporte de augas subterráneas de outras cuncas hidrográficas...) superan ás perdas de auga (evapotranspiración, evaporación, infiltracións profundas...) durante todo o ano, excepto nos meses de verán, onde o balance hídrico ten un valor negativo.

3.2 Área de Estudo. Vexetación e interesada súa conservación

A nosa área de estudo sitúase dentro da denominada Fraga Gorda, caracterizada dende un punto de vista botánico como unha carballeira acidófila galaica-asturiana hiperoceánica (Rodríguez Guitián et al., 2012), que pertencería á asociación *Blechno spicanti* – *Quercetum roboris*.

Para estudar a brioflora do val do Rego Tras da Serra, recollimos os briófitos ligados ao cauce do rego. Á hora de realizar as mostraxes, dividimos o rego en tres localidades que puidesen ser representativas do conxunto de ambientes ou microhábitats existentes ao longo deste cauce fluvial. Os nomes asignados para diferenciar entre estas tres localidades, así como as súas correspondentes abreviaturas, foron os seguintes: Poboación de *Culcita macrocarpa* (C3), Poboación Tras da Serra II (TS II) e Poboación Tras da Serra III (TS III), correspondéndose co curso alto, medio-alto e medio do Rego Tras da Serra, respectivamente (Táboa 1). O curso baixo do río non se analizou por corresponder a unha zona onde o impacto antrópico é maior.

Localidade	Coordenadas	Altitude (m)	Pendente (%)	Cobertura briofítica (%)	Cobertura vexetación (%)
Curso alto (C3)	*	460	48,3	80	95
Curso medio-alto (TS II)	43°31'45" N 7°44'37" W	453	52	90	100
Curso medio (TS III)	43°31'55" N 7°44'49" W	430	20	80	90

Táboa 1. Características das localidades do val do Rego Tras da Serra onde se realizaron as mostraxes. (*) Non se facilitan as coordenadas desta primeira localidade (C3) polo elevado risco de coleccionismo que sofren as poboacións de *Culcita macrocarpa*.

O primeiro tramo escollido para realizar a mostraxe (C3) atópase na zona media da ladeira, a unha altitude de 460m e á beira dun rego que desemboca no Tras de Serra. Nesta localidade atópase unha poboación de *Culcita macrocarpa* C. Presl, un pteridófito de distribución ibero-macaronésica de carácter higrófilo e umbrófilo, que se adoita desenvolver nas inmediacións de pequenas fervenzas ou tramos fluviais rápidos (Figura 4), nos que exista unha elevada humidade atmosférica (Rodríguez Guitián et al., 2012). A vexetación presente na comunidade de *Culcita macrocarpa* é unha mestura entre a vexetación de ribeira propia dos bosques riparios e as carballeiras acedas e oligotrofas (Ordóñez et al., 2003), con outra comunidade rica en fentos e briófitos denominada *Dryopteris aemula-Hymenophyllum tunbrigense*. Esta comunidade atópase ben desenvolvida nos dous primeiros puntos de mostraxe, tanto no curso alto (C3) como no curso medio-alto (TS II) do Rego Tras da Serra.

No seguinte punto de mostraxe (TS II), descendemos lixeiramente en altitude (453m), a pendente (52%) vólvese un pouco máis pronunciada que no curso alto do rego (48,3%) e a cobertura da vexetación é do 100% (Táboa 1). A especie máis abundante neste tramo é *Quercus robur* (cobertura do 100%), que se atopa neste caso asociada a *Vaccinium myrtillus* (asociación *Vaccinio myrtilli* - *Quercetum roboris*), (Costa et al., 1997). A última localidade mostreada correspóndese co curso medio do Rego Tras da Serra (Poboación TS III). Neste caso, descendemos en altitude ata os 430m de altitude, o terreo é moito máis chan ca os dous anteriores (pendente do 20%) e a cobertura da vexetación é menor (Táboa 1). No punto TS III, as dúas especies máis abundantes son *Betula alba* L., especie de tendencia montana, e *Quercus robur*.

3.3 Recolección e identificación de mostras

Para a identificación de mostras que se levou a cabo durante este estudo, traballouse unicamente coas mostras recolectadas por Seoane (2020) que non chegaran a ser identificadas anteriormente. Seoane realizou dúas mostraxes, a primeira realizouse o 12 de febreiro de 2020, onde se obtiveron as mostras do tramo correspondente ao curso alto (Poboación de *Culcita macrocarpa*, C3), e na segunda saída, o 26 de febreiro, efectuouse a mostraxe do curso medio-alto (Poboación Tras da Serra II, TS II) e do curso medio (Poboación Tras da Serra III, TS III). A mostraxe correspondente a este traballo fíxose o 19 de maio do 2021. Nesta ocasión, tan só se levou a cabo a recolección nas poboacións C3 (curso alto) e TS III (curso medio), pero non se chegaron a empregar para o traballo de identificación as mostras recollidas nesta ocasión, por motivos como a falta de tempo. A mostraxe foi realizada tanto dentro do cauce fluvial do Rego Tras da Serra como nas beiras deste rego, ao longo de dous metros de ancho a cada lado deste, aproximadamente. Estas tres mostraxes foron supervisadas por profesores da área de Botánica da Facultade de Ciencias da UDC.

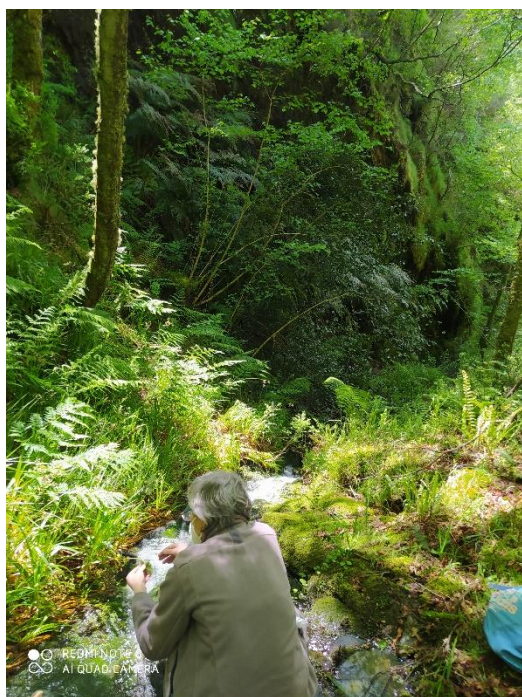


Figura 6. Poboación C3, situada no curso alto do Rego Tras da Serra. Ao fondo da imaxe pódese observar a poboación de *Culcita macrocarpa*.
Autor: Duarte González

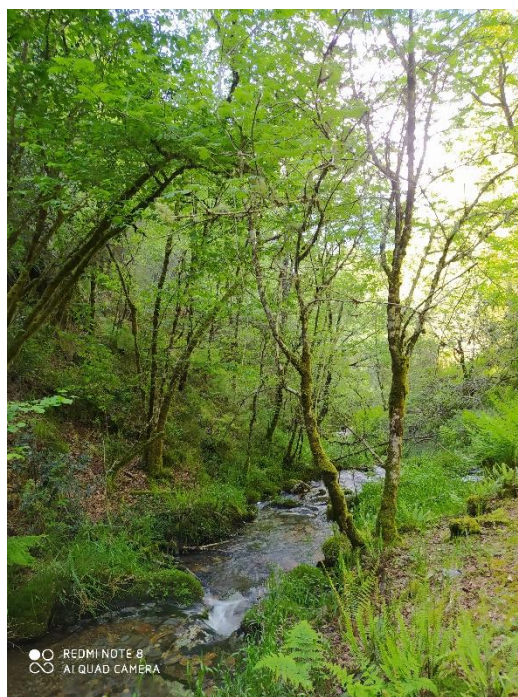


Figura 7. Poboación TS III, no curso medio do Rego Tras da Serra. Trátase da zona onde converxen este rego e o arroio da primeira localidade. Autor: Duarte González

O tratamento dado ás mostras foi igual en todos os casos. As mostras gardábanse en sobres de papel, marcados co nome da localidade e co número de mostra correspondente. Todos os datos relacionados coas mostras (número de mostra, localidade, substrato sobre o que se atopaban, estado fenolóxico) foron apuntados nun caderno de campo para posteriormente elaborar una folla de cálculo. Para a recolección dos organismos, tanto de especies saxícolas (situadas sobre substrato rocoso) como húmicolas (situadas sobre o solo ou humus) ou lignícolas (sobre madeira viva ou morta),

foi necesario o uso dunha navalla coa finalidade de obter espécimes coa mellor calidade e integridade posible.

Todas as mostras recollidas leváronse ó laboratorio e foron secadas envolvéndoas en papel absorbente para a súa conservación a longo prazo. Para levar a cabo as identificacións dos briófitos empregamos unha lupa binocular (Olympus SZX9) e un microscopio óptico (Olympus BX50F). Como bibliografía de referencia empregáronse para os musgos a obra de Casas et al. (2006) e os volumes da Flora Briofítica Ibérica (Brugués et al., 2007; Brugués & Guerra, 2015; Guerra et al., 2006; Guerra et al., 2010; Guerra et al., 2014; Guerra & Hedenäs, 2018), ademáis da monografía de Lüth et al. (2019). No caso das hepáticas, empregáronse as claves de identificación de Casas et al. (2009).

As especies detectadas caracterizáronse segundo a súa distribución xeográfica, o seu grao de oceanidade ou continentalidade, a súa estratexia vital e o seu nivel de tolerancia ao pH do solo segundo Dierssen (2001). No que se refire ó grao de oceanidade empregáronse as abreviaturas utilizadas por Dierssen (2001): “oceanidade alta ou extrema” (O₁), “suboceánica” (O₂), “subcontinental” (C₂) e “continentalidade alta ou extrema” (C₁).

No que se refire ó estado de conservación dos briófitos, distínguense para as especies recolectadas catro graos de ameaza: “en perigo” (EN), “vulnerable” (VU), “case ameazada” (NT) e “preocupación menor” (LC) (*Decreto 88/2007, de 9 de mayo, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Galicia. Diario Oficial de Galicia. D.O.G. nº 89 de 09.05.2007*; Garilleti & Albertos, 2012).

A flora vascular das localidades visitadas analizouse mediante inventarios florísticos seguindo a metodoloxía sigmatista (Braun-Blanquet, 1979), que consiste en anotar as especies presentes e indicar a súa cobertura na localidade en porcentaxe. As especies atopadas foron caracterizadas en función da súa distribución xeográfica, o seu tipo biolóxico e o grao de ameaza que presentan (Aizpuru et al., 1999; *Decreto 88/2007, de 9 de Mayo, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Galicia. Diario Oficial de Galicia. D.O.G. Nº 89 de 09.05.2007*).

3.4 Análise de resultados

Todos os datos recompilados para as distintas especies incluíronse nun catálogo florístico (Anexo I). Estes datos foron utilizados para elaborar espectros florísticos, ecolóxicos e corolóxicos centrados nos distintos grupos de interese para o traballo. A realización dos espectros foi diferente para briófitos e cormófitos, xa que para os primeiros só se tivo en conta o número de especies, namentres que para a división Tracheophyta empregouse a porcentaxe de cobertura de cada especie ao longo das tres localidades estudadas do Rego Tras da Serra.

4. Resultados

4.1. Catálogo Florístico

Unha vez finalizado o traballo de identificación das mostras, elaborouse o catálogo florístico que se inclúe no Anexo I. Nel atópanse as especies de hepáticas (División Marchantiophyta) e musgos (División Bryophyta) identificadas neste traballo e no de Seoane (2020), por tratarse da mesma zona e coa idea de aportar unha información máis precisa. Asemade, inclúense as especies de feitos (Clase Polypodiopsida, Tracheophyta) e anxiospermas (Clase Magnoliopsida, Tracheophyta) presentes nas zonas analizadas do Rego Tras da Serra. No catálogo, para hepáticas e musgos engádese, ademais, a ubicación taxonómica de cada taxón e a(s) localidade(s) onde foi atopada cada unha das especies, así como información ecolóxica, corolóxica e do seu estado de conservación (ver Material e Métodos neste traballo). Para os pteridófitos e anxiospermas, ademais da familia, engadiuse a súa ubicación dentro dos tres tramos mostreados do Rego Tras da Serra, a distribución xeográfica, o tipo biolóxico de Braun-Blanquet (1979) e o grao de ameaza.

O número total de especies incluídas no catálogo é de 78, dividíndose en 20 hepáticas (División Marchantiophyta), 30 musgos (División Bryophyta) e 28 especies cormófitas (División Tracheophyta): 9 pteridófitos (Clase Polypodiopsida) e 19 anxiospermas (Clase Magnoliopsida). Das 20 especies de hepáticas identificadas, 18 son hepáticas foliosas (Ordes Jungermanniales e Lophoziales) e 2 hepáticas talosas (Ordes Metzgeriales y Pelliales).

4.2. Análise dos datos

Tras a elaboración do catálogo florístico (Anexo I), realizamos os espectros florísticos de musgos (Figura 8), de hepáticas (Figura 9) e de cormófitos (Figuras 10). Mentras que para as divisións Bryophyta e Marchantiophyta empregamos as ordes para realizar os espectros florísticos, para as especies cormófitas (División Tracheophyta) utilizamos as familias, intentando deste xeito que os espectros florísticos fosen o máis representativos da realidade posible.

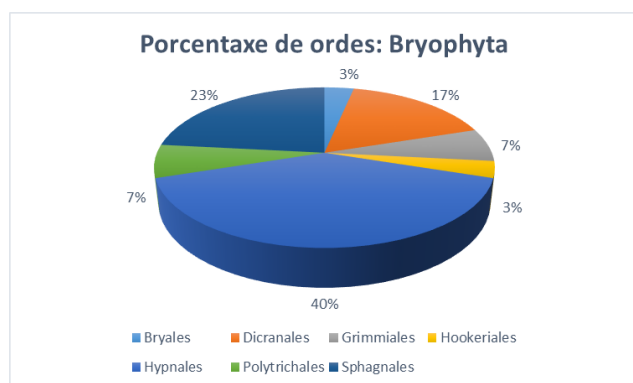


Figura 8. Espectro florístico para os musgos. Representáanse as ordes de Bryophyta e a porcentaxe de especies que pertencen a cada unha destas.

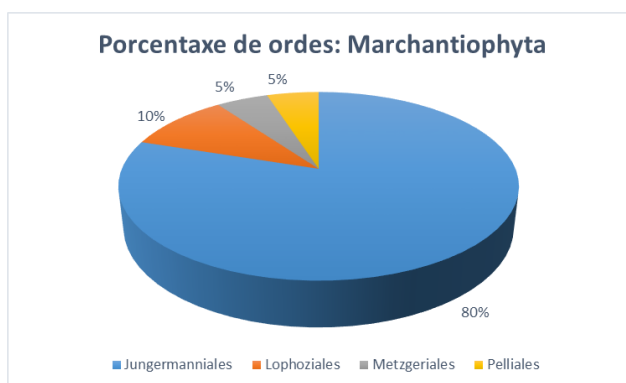


Figura 9. Espectro florístico para as hepáticas. Representáanse as ordes de Marchantiophyta e a porcentaxe de especies que pertencen a cada unha destas.

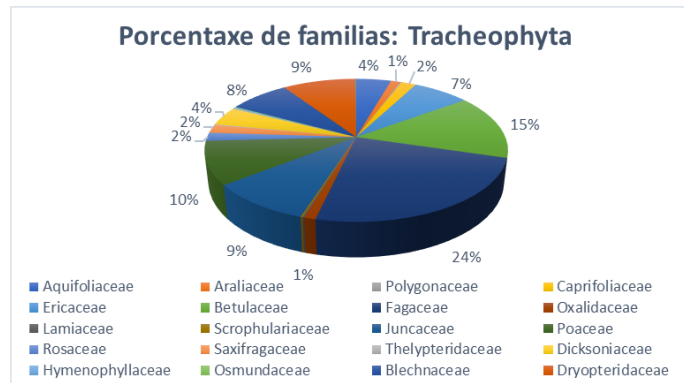


Figura 10. Espectro florístico para as plantas vasculares que formaban parte dalgunha das tres localidades estudadas do Rego Tras da Serra.

O espectro florístico dos musgos (Figura 8), móstranos que un 40% das especies de musgos pertencen á orde Bryales, sendo este o grupo máis abundante da nosa comunidade. Dentro dos musgos, tamén son importantes as ordes Sphagnales e Dicranales (23% e 17% do total de especies de Bryophyta, respectivamente). No espectro florístico das hepáticas (Figura 9), observamos unha clara dominancia da orde Jungermanniales (80%), feito que pode relacionarse coa gran diversidade desta orde fronte o resto de ordes de Marchantiophyta. No espectro florístico da Div. Tracheophyta os nosos resultados amosan que a familia Fagaceae é a máis representada (24%) seguida pola familia Betulaceae (15%) (Figura 10). Trátase das árbores que caracterizan a comunidade típica desta área, que xeran as condicións umbrías necesarias debido á gran cobertura que proporcionan as copas do carballo (*Quercus robur*, Fagaceae) e do bidueiro (*Betula alba*, Betulaceae) dentro da nosa área de estudo.

Realizamos espectros corolóxicos, para mostrar dun xeito máis visual a orixe xeográfica das especies identificadas. Debemos de ter en conta que nos briófitos, polo xeral, cada especie identificada está ligada a máis dunha rexión bioxeográfica, polo tanto o que se representa nestes espectros corolóxicos son afinidades bioxeográficas xerais destas especies. Para crear o espectro corolóxico das criptógamas (briófitos e pteridófitos, no noso caso) (Figura 13), adaptamos a distribución xeográfica dos pteridófitos segundo Aizpuru et al. (1999), que corresponde á distribución que incluímos no catálogo para os organismos cormófitos, á distribución xeográfica dos briófitos segundo Dierssen (2001).

Tanto no espectro corolóxico dos musgos (Figura 11) como no das hepáticas (Figura 12) observamos o mesmo patrón: elevada afinidade polas rexións macaronésica e subtropical (América, África e Asia), superando en conxunto a afinidade pola rexión circumpolar. Observamos como a afinidade xeográfica destes dous grupos de briófitos é moi diversa e que estas especies teñen grandes áreas de distribución grazas a súa gran capacidade de dispersión. Comparando a distribución xeográfica das especies criptógamas (briófitos e pteridófitos) (Figura 13) coa das fanerógamas (Figura 14), comprobamos como as especies criptógamas ligadas ao Rego Tras da Serra presentan afinidades xeográficas moi variadas, mentras que as anxiospermas son principalmente eurosiberianas (73%).

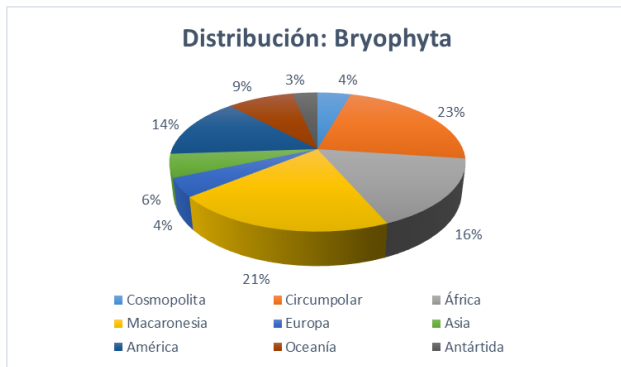


Figura 11. Espectro corolóxico para a división Bryophyta. Estes musgos pertencen a 9 rexións bioxeográficas diferentes.

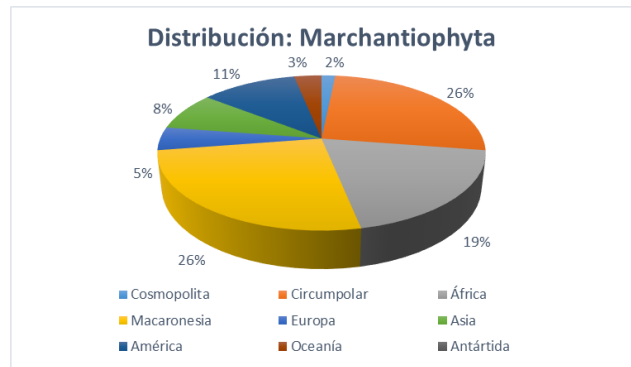


Figura 12. Espectro corolóxico para a división Bryophyta. As hepáticas presentes no catálogo poden atoparse en 8 rexións diferentes (ningunha na Antártida).

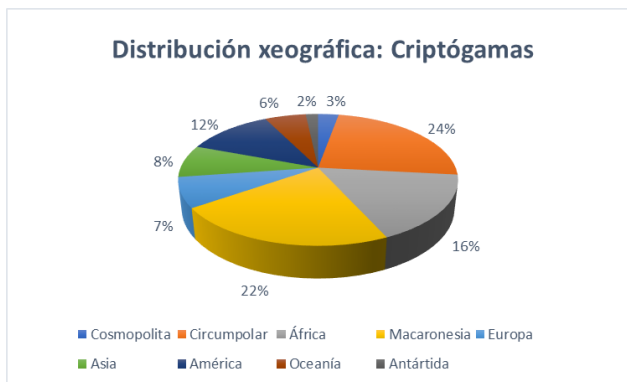


Figura 13. Espectro corolóxico que representa a afinidade xeral das criptógamas identificadas (briófitos e pteridófitos) para cada unha das 9 rexións bioecográficas onde poden atoparse.

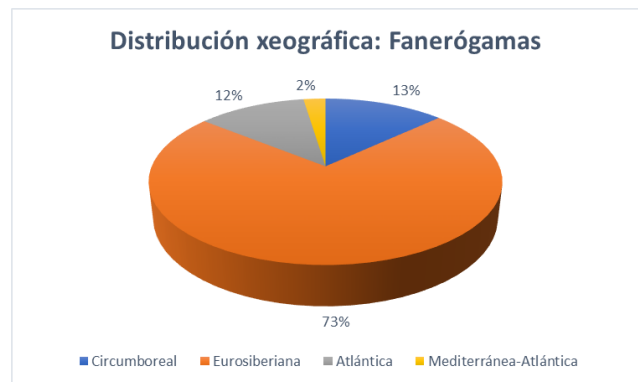


Figura 14. Espectro corolóxico para as especies fanerógamas presentes na nosa área de estudo, todas elas da clase Magnoliopsida. Cada especie limitase a unha das catro rexións bioecográficas.

Ademais de analizar a brioflora do val do Rego Tras da Serra dende un punto de vista taxonómico e bioxeográfico, tamén elaboramos outros espectros ecolóxicos para os briófitos a partir dos datos proporcionados por Dierssen (2001), como a tolerancia fronte á acidez (Figura 15), a afinidade polos ambientes oceánicos ou continentais (Figura 16) e as estratexias vitais (Figuras 17 e 18). Musgos e hepáticas amosaban porcentaxes moi similares tanto para o nivel óptimo de pH do solo como para cada un dos niveis de oceanidade ou continentalidade, polo que se decidiu analízalos de forma conxunta. Todas as especies de briófitos que localizamos no Rego Tras da Serra destacan por ser de carácter acidófilo, dividíndose estas en especies unicamente acidófilas (38%), especies acidófilas-subneutrófilas (60%) e especies acidófilas-basófilas (2%) (Figura 15). Outra das características comúns a practicamente a totalidade dos briófitos identificados é a afinidade por ambientes de tipo hiperoceánico (O₁) ou oceánico (O₂). Como podemos comprobar na Figura 16, a afinidade dos briófitos polos ambientes de tipo oceánico (O₁ e O₂) é do 71%, mentras que a afinidade por ambientes continentais queda nun 29%. Ademais, observamos como dentro dos ambientes continentais, o ambiente hipercontinental (C₁), onde as temperaturas máximas e mínimas son máis extremas, presenta unha afinidade de tan só o 5%.

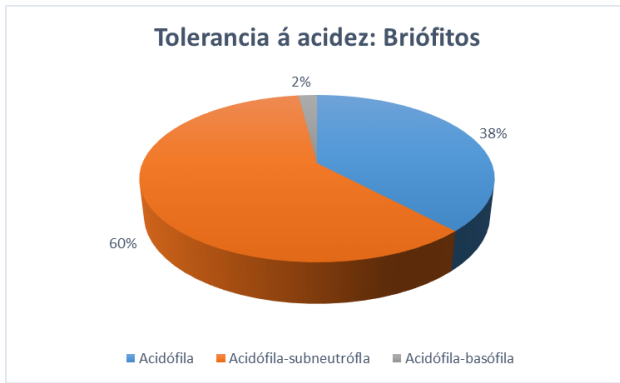


Figura 15. Espectro ecolóxico relativo ao nivel de pH do solo óptimo para os briófitos que forman as comunidades estudadas do rego Tras da Serra.

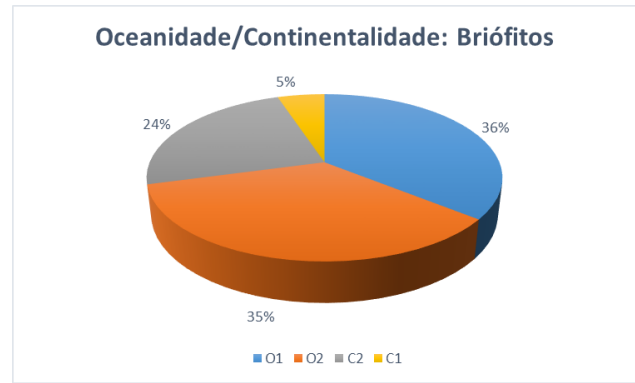


Figura 16. Espectro ecolóxico que representa a afinidade dos briófitos da nosa área de mostraxe para cada un dos niveis de oceanidade ou continentalidade definidos por Dierssen (2001).

As estratexias vitais de musgos (Figura 17) e de hepáticas (Figura 18) semellan ser diferentes. No caso da división Bryophyta, as especies máis importantes dentro da nosa comunidade son as de tipo perenne (30%), as de vida longa (27%) e as perennes competitivas (20%), o que significa que a maioría de especies de musgos son de tipo perenne ou similar, mentras que as especies colonizadoras e colonizadoras pioneiras só representan un 16% do total da comunidade (Figura 17). Sen embargo, este patrón cambia para as hepáticas, cun 35% de especies colonizadoras e un 15% de especies colonizadoras pioneiras, aumentando a porcentaxe de especies colonizadoras significativamente con respecto aos musgos (Figura 18).

En canto aos tipos biolóxicos das especies de pteridófitos e anxiospermas (división Tracheophyta) debemos destacar a dominancia das especies fanerófitas (50%) xunto coas especies hemicriptófitas (38%). Os xeófitos (7%) e caméfitos (5%) están presentes en menor medida dentro da nosa comunidade (Figura 19).

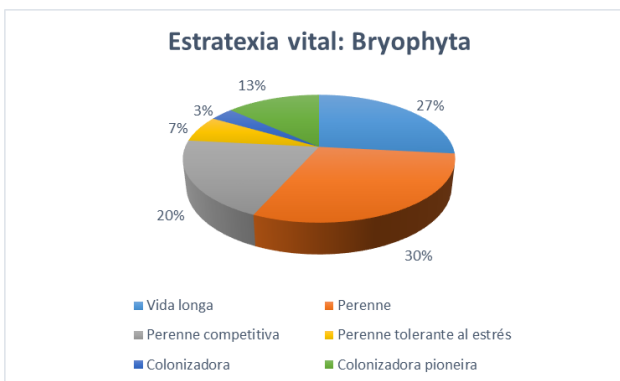


Figura 17. Espectro ecolóxico que define as estratexias vitais adoptadas polos musgos (división Bryophyta).

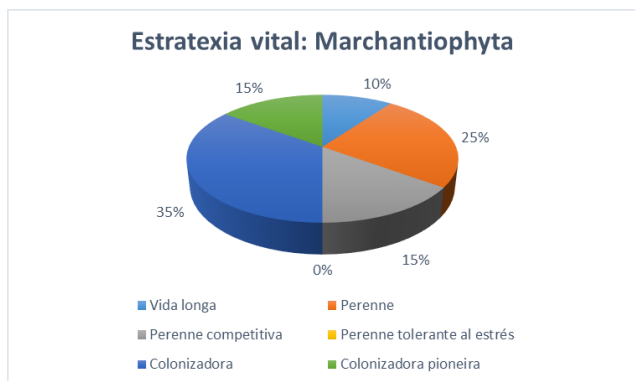


Figura 18. Espectro ecolóxico sobre as estratexias vitais das hepáticas (división Marchantiophyta)

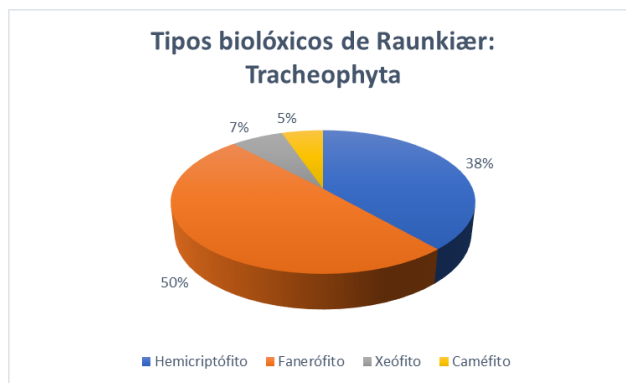


Figura 19. Espectro ecolóxico que representa os tipos biolóxicos de anxiospermas e pteridófitos (división Tracheophyta).

5. Discusión

En primeiro lugar, debemos sinalar que as comunidades de briófitos e pteridófitos asociadas ao Rego Tras da Serra son moi similares a outras comunidades briopteridofíticas de vales galaico-asturianos ligadas a cursos fluviais, como por exemplo a bacía do río Nueva (Llanes, Asturias), caracterizada por Ordóñez et al., (2003). A diversidade briofítica e pteridofítica observada no noso traballo (50 especies de briófitos e 9 especies de pteridofitos) é menor cá obtida noutros estudos onde as características ambientais eran moi similares, como sería o caso de Ordóñez et al., (2003). Isto pode deberse a que no noso estudo tan só nos centramos na flora briofítica e pteridofítica vencellada ó cauce do Rego Tras da Serra, namentres que no estudo citado anteriormente, a mostraxe lévase a cabo en ambientes diferentes a través de todo o val do río Nueva, analizándose diferentes nichos ou microhábitas.

A vexetación presente nas localidades visitadas do Val do Rego de Tras da Serra é coherente coa existencia de comunidades e asociacións tamén detectadas noutros estudos semellantes levados a cabo no mesmo ámbito xeográfico (e.g. Ordóñez et al., 2003). Así, nas localidades C3 e TSII a composición florística é compatible coa asociación higrófila caracterizada polas especies *Dryopteris aemula* (Aiton) O. Kuntze e *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm.. Trátase dunha asociación propia do piso colino, cántabro-atlántica, típica de lugares sombrizos e con elevada humidade atmosférica. Ligadas a este tipo de comunidades podemos atopar especies como *Culcita macrocarpa*, *Hymenophyllum tunbrigense*, *Dryopteris aemula*, *Calypogeia muelleriana* (Schiffn.) K. Müll., *Plagiothecium undulatum* (Hedw.) B., S. & G., *Scapania gracilis* Lindb., *Leucobryum juniperoideum* (Brid) C. Müll. ou *Plagiochila punctata* Tayl., entre outras (Anexo I e Ordóñez et al., 2003).

Nos tres puntos de mostraxe seleccionados tamén atopamos comunidades formadas principalmente por *Fissidens polyphylus* Wils. Ex. B., S. & G., neste caso asociada coa especie *Hyocomium armoricum* (Brid.) Wijk. & Marg. Estas comunidades son de tipo higrófilo e sitúanse en pequenas fervenzas, torrentes ou taludes rezumantes, tapizando estas superficies. Nos taludes colindantes, esta asociación entra en contacto con comunidades de *Sphagnum* sp. e *Pellia epiphylla* (L.) Corda. Ao longo do cauce, tamén podemos atopar comunidades formadas principalmente por *Mnium hornum* Hedw. e *Hyocomium armoricum*, que tamén son comunidades de tipo higrófilo que normalmente colonizan as rochas non mergulladas dos ríos e arrosios, pero sempre salpicadas pola

corrente. É unha asociación de carácter atlántico que se distribúe polo norte e oeste de Europa e onde domina principalmente a especie *Hyocomium armoricum*, asociada con especies como *Racomitrium aquaticum* (Schrad.) Brid., *Nardia compressa* (Hook.) S. Gray e, puntualmente, *Fissidens polyphyllus* (Anexo I, Ordóñez et al., 2003).

Analizando os nosos resultados dende un punto de vista taxonómico, no caso da División Bryophyta, a orde que está formada por un maior número de especies é a orde Hypnales, xa que 12 das 30 especies totais de musgos identificadas na nosas tres localidades de estudo pertencen a esta orde, o que representa no noso caso un 40% da División Bryophyta (Figura 8). Dentro dos musgos, tamén destacan as ordes Sphagnales (23%) e Dicranales (17%). O número de especies pertencentes ás ordes Polytrichales e Grimmiiales é moito menor ca caso anterior, ambas incluíndo un 7% das especies de musgos identificadas (Figura 8). Neste estudo, localizáronse dúas novas especies pertencentes a dúas ordes de Bryophyta que non foran identificadas anteriormente en ningún dos tramos estudados do Rego Tras da Serra. Estas especies son *Mnium hornum* Hedw. (orde Bryales) e *Hookeria lucens* (Hedw.) Sm. (orde Hookeriales). Namentres que a gran riqueza de especies das ordes Hypnales, Bryales e Dicranales pode relacionarse co seu amplo espectro ecolóxico, xa que as características biolóxicas destes musgos permítelles estar presentes en case todas as rexións bioxeográficas e asentarse nunha gran variedade de ambientes, outros grupos menos diversos, como as Hookeriales (restrinxidas a ambientes tropicais ou zonas templadas costeiras), non presentan unha área de distribución tan ampla (Geffert et al., 2013). As ordes de maior diversidade dentro dos musgos son Hypnales e Dicranales, agrupando ao 33,9% e ao 15,7% das especies de musgos coñecidas, respectivamente (Seoane, 2020). Estas porcentaxes son coherentes co observado no noso estudo.

En canto ás hepáticas, debemos salienta a orde Jungermanniales, que representa o 80% do total das especies da División Marchantiophyta. En menor medida, atopamos especies das ordes Lophoziales (10%), Metzgeriales (5%) e Pelliales (5%) (Figura 9). Como xa indicamos, as ordes Jungermanniales e Lophoziales correspóndense con hepáticas foliosas mentras que as ordes Metzgeriales e Pelliales están formadas por hepáticas talosas. As hepáticas foliosas son dominantes nas localidades mostreadas do Rego Tras da Serra (90% do total das hepáticas identificadas). Isto pode deberse ao feito de que son con diferenza o grupo de hepáticas máis diverso, con máis de 4000 especies, e tamén ao ambiente hiperhúmido e oceánico do val de Tras da Serra, que representa un hábitat óptimo para as hepáticas foliosas ao ser estas o grupo máis vulnerable fronte a desecación e a aridez (Estébanez et al., 2011).

Na Figura 10 móstrase o espectro florístico correspondente á División Tracheophyta. Como xa indicamos no apartado de Material e Métodos, este espectro realizouse dunha forma diferente aos espectros florísticos dos briófitos, de xeito que non se ten en conta unicamente o número de especies que conforman cada grupo, senón que se emprega a porcentaxe de cobertura para cada especie ao longo das tres localidades visitadas. A familia que predomina é Fagaceae (24%), a pesar de estar representada neste caso tan só pola especie *Quercus robur*. Esta especie é a que conforma a carballeira galaico-asturiana de tipo acidófilo típica dos bosques septentrionais galegos (Rodríguez Guitián et al., 2012), comunidade que correspondería á localidade da Fraga Gorda. *Quercus robur* asóciase no norte de Galicia coa especie *Blechnum spicant* formando a asociación fitosociolóxica *Blechno spicanti – Quercetum roboris* (Costa et al., 1997), o que explicaría a importancia da familia Blechnaceae na nosa zona de estudo. Outras familias importantes, aínda que en menor medida, serían as Betulaceae (15%), Poaceae (10%), Juncaceae (9%), Dryopteridaceae (9%), e Ericaceae (7%) (Figura 10). Esta

representación evidencia que nos atopamos nun lugar de transición con especies termófilas lauroides propias de zonas costeiras, máis baixas, e especies montanas máis frecuentes no interior de Galicia, como os bidueiros brancos ou as abeleiras, tamen presentes nesta comunidade. Outra familia que destaca na nosa área de estudo é Ericaceae, debido á presenza de especies do xénero *Erica* e arandeiras (*Vaccinium myrtillus*), taxons comúns en Galicia, principalmente en bosques termófilos de vales atlánticos e nas montañas septentrionais (Aizpuru et al., 1999). Á hora de analizar os resultados cómpre tamén ter en conta que as visitas á localidade se realizaron en datas puntuais en febrero e maio. Para realizar unha boa caracterización florística sería preciso realizar un seguemento anual da vexetación.

A principal característica dos solos da conca do río Sor, onde se atopa o rego Tras da Serra, é o seu pH acedo. Esta acidez débese á propia rocha nai, ao forte lavado dos solos polas elevadas e frecuentes precipitacións ao longo do ano e tamén ó tipo de vexetación presente na bacía, como son os breixos e os piñeiros, que achegan ao solo gran cantidade de lingninas, resinas e ceras (Alberruche del Campo, 1992). De xeito máis preciso, os valores do pH do solo sobre o que se atopa o rego Tras da Serra están comprendidos entre 4,5 e 5 (<http://rgis.cesga.es/>). Polo tanto, todas as especies de briófitos identificadas, tanto musgos como hepáticas, están perfectamente adaptadas a este tipo de solos, sendo o 100% dos briófitos de tipo acidófilo. Estas especies poden dividirse en: puramente acidófilas (60%), acidófilas-subneutrófilas (38%) e acidófilas-basófilas, este último grupo formado tan só pola especie *Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) Limpr., que representa o 2% (Figura 15).

Debido á situación xeográfica do val do Rego Tras da Serra, as comunidades de briófitos están influenciadas por un clima hiperoceánico, ambiente predominante no litoral galego (Rodríguez Guitián et al., 2012). Como podemos observar na Figura 16, outra característica ecolóxica das especies briófitas identificadas, ademais da súa tolerancia aos solos acedos, é unha alta afinidade polos ambientes oceánicos (71%). Os briófitos estudados presentan un desenvolvemento óptimo tanto en ambientes hiperoceánicos (36% de afinidade), o cal sería o noso caso, como en ambientes suboceánicos (afinidade do 35%). Tamén existen especies que ademais de presentar un crecemento adecuado en ambientes oceánicos, teñen a capacidade de medrar en ambientes máis extremos de tipo continental, tolerando fortes cambios de temperaturas debido á amplitude térmica propia de ambientes situados cara o interior das masas terrestres, lonxe da influencia do mar. Dentro destas especies que toleran ambientes continentais, atopamos taxones con maior afinidade por ambientes subcontinentais (24%) que por ambientes continentais máis extremos ou hipercontinentais (5%) (Figura 16). Podemos concluír que os briófitos situados no val de Tras da Serra son organismos que se distribúen principalmente en rexións con ambientes oceánicos, o que concorda coa baixa amplitude térmica, inferior a 10 °C detectada na zona. Estas comunidades de carácter oceánico, as máis diversas de Europa desde o punto de vista dos briófitos, teñen un marcado carácter relicto, e dependen para a súa supervivencia non unicamente das características climáticas, senón tamén da conservación do dosel vexetal (Rothero, 2005).

O último espectro ecolóxico realizado para os briófitos trata sobre a súa estratexia vital, separando as que adoptan os musgos (Figura 17) e as das hepáticas (Figura 18). A diferenza máis relevante con respecto as estratexias vitais de cada grupo estaría na proporción entre especies perennes e primo-colonizadoras. Na división Bryophyta, o 16% das especies pertencerían a este grupo, repartíndose en colonizadoras pioneiras (13%) e colonizadoras (3%). O 84% das especies restantes son perennes, dividíndose este grupo en perennes (30%), perennes competitivas (20%), perennes tolerantes ao estrés (7%) e

de vida longa (27%) (Figura 17). Na División Marchantiophyta o número de especies de tipo colonizador é moito maior que en Div. Bryophyta, alcanzando o 50% do total, entre as hepáticas colonizadoras pioneiras (15%) e colonizadoras (35%). O grupo das hepáticas que adoptan unha estratexia vital tipo perenne divídese, neste caso, en individuos perennes (25%), perennes competitivos (15%) e de vida longa (10%) (Figura 18).

Como acabamos de comentar, existe unha evidente diferenza entre a porcentaxe total de especies colonizadoras entre ambos grupos de briófitas en sentido amplo. Isto pode deberse á posición que ocupan no espazo normalmente os musgos e as hepáticas. Como xa indicamos, recolléronse mostras dende o centro do cauce fluvial do rego Tras da Serra ata chegar aos dous metros hacia as beiras. As comunidades de musgos e hepáticas non aparecían distribuídas de xeito aleatorio, senón que seguían un patrón, aparecendo xeralmente as hepáticas no propio cauce fluvial ou na beira preto do rego, estando expostos a salpicaduras provocadas pola presenza de pequenos arrosios. Os musgos poden atoparse nos mesmos nichos que as hepáticas, pero parecen posuír unha maior capacidade que as hepáticas para desenvolverse adecuadamente en ambientes máis alonxados da influencia directa do cauce fluvial. Este patrón referido á distribución dos briófitos dentro da nosa área de mostraxe pode deberse a que aínda que son todos poiquilohídricos, pero os musgos son máis resistentes á desecación que as hepáticas, e dentro destas, as foliosas (o 90% das hepáticas que foron identificadas) son máis vulnerables á escaseza de auga que as talosas (Estébanez et al., 2011). Polo tanto, as hepáticas foliosas necesitan atoparse preto dunha fonte de auga para sobrevivir, o que fai que se atopen dentro ou preto do cauce do rego. Ao ser este un medio lótico que conta ademais con pequenos arrosios, as especies inmersas no cauce poden verse afectadas pola forza da corrente e ser arrastrados augas abaixo. Como as hepáticas atópanse máis vencelladas ao rego, este podería ser o motivo polo que existe unha maior porcentaxe de hepáticas colonizadoras que de musgos colonizadores, xa que os nichos que deixan as especies que foron arrastradas pola forza da auga son ocupados de novo principalmente por especies que posúen unha gran capacidade para colonizar novos ambientes.

En contraste coa elevada cantidade de especies colonizadoras e pioneiras entre o grupo dos briófitos, analizando o tipo biolóxico das cormófitas (anxiospermas e pteridófitos), observamos que a totalidade das especies son de tipo perenne, sendo a maioría delas fanerófitas (50%) ou hemicriptófitas (38%) (Figura 19). Estas comunidades formadas principalmente por especies anxiospermas son moi estables e pouco cambiantes, polo que é lóxico que dominen as especies perennes sobre as colonizadoras. Esta estabilidade xera unha capa protectora da luz continua nas épocas de maior insolación que vai protexer á flora criptogámica, máis vulnerable fronte a desecación que as especies fanerógamas, xa que non presentan a epiderme protectora destas (Díaz et al., 2004; Rothero, 2005). Asemade, todas estas grandes árbores van xerar un ambiente no que os musgos van poder medrar tamén, xerando heteroxeneidade ecolóxica e novos hábitats.

Dende un punto de vista corolóxico, podemos observar un compoñente macaronésico importante tanto para a división Bryophyta como para Marchantiophyta. Para os musgos, a afinidade pola rexión da Macaronesia é do 21% (Figura 11), mentras que para as hepáticas é do 26% (Figura 12). Ademais, debemos sinalar que para simplificar o espectro corolóxico tratamos as distintas rexións que existen dentro de África, América e Asia como un conxunto, pero a realidade é que a maioría de especies están vinculadas a ambientes tropicais ou subtropicais dentro de cada un destes continentes, sendo principalmente importantes o norte de África, América Central, Sudamérica e sudeste de Asia (Figuras 11 e 12). Se sumamos estas tres áreas, xunto coa Macaronesia, a afinidade polos ambientes tropicais e subtropicales dos briófitos identificados na Fraga Gorda sería

aproximadamente dun 57% para os musgos e dun 64% para as hepáticas, superando en ambos grupos a afinidade por rexións circumboreais e eurosiberianas. Estes elementos macaronésicos e tropicais pertencen a unha flora briofítica distribuída nos arquipélagos das Azores, Canarias, Madeira, noroeste de África e tamén en Europa occidental (Patiño et al., 2015).

Comparando a coroloxía das fanerógamas (Figura 14) e as criptógamas (briófitos e pteridófitos; Figura 13), comprobamos como as fanerógamas presentan afinidades corolóxicas diferentes ás criptógamas. A área de distribución máis representativa para as fanerógamas identificadas sería a rexión eurosiberiana (73%), sendo tamén importantes as especies circumboreais (13%) e atlánticas (12%) (Figura 14). Porén, como observamos na Figura 13, as criptógamas presentan afinidades primeiramente macaronésicas (22%) e tropicais, como xa se veía nos briófitos. Este patrón observado no val é típico da flora criptogámica do Atlántico Nororiental (NEA) (Patiño et al., 2015), que segundo diversos autores é plenamente macaronésica desde un punto de vista bioxeográfico (e.g. Patiño et al., 2015). A clara diferenza observada entre criptógamas e fanerógamas pode deberse ós diferentes tipos de dispersión dos dous grupos, aínda que tamén cómpre ter en conta que, como é o caso do noso traballo, resulta complicado comparar patróns bioxeográficos en grupos biolóxicos moi diferentes (Estébanez et al., 2011).

Como se indicou na introdución, existen dúas hipóteses contrapostas que poderían explicar afinidade macaronésico-tropical observada nos briófitos e pteridófitos. En calquera caso, ambas hipóteses salientan o carácter relicto da flora briofítica e pteridofítica do val do Rego de Tras da Serra. Diversos autores, como Mairal et al (2018), apuntan cara unha aceleración da perda de hábitats idóneos para estas especies relictas debido ao actual contexto de cambio climático inducido polo ser humano. Protexer as áreas onde se atopan poboacións de especies relictas é importante para conseguir a súa conservación *in situ*. Outro aspecto que evidencia a necesidade de protección destes vales atlánticos profundos e húmidos onde se atopa flora de tipo subtropical son os endemismos da flora macaronésica. Das 219 especies briofitas endémicas europeas, 50 son exclusivamente macaronésicas, feito que evidencia a importancia da súa conservación (Infante et al., 2017). O cambio climático actual está a reducir a área de distribución dos bosques de laurisilva, bosques cálidos e húmidos idóneos para a brioflora macaronésica. O aumento da temperatura e da aridez debido ao actual escenario de cambio climático apunta cara unha diminución deste tipo de hábitats, polo que estas especies poderían ter que migrar cara o oeste de Europa para evitar extinguirse (Patiño et al., 2016).

Por último, destacamos a importancia de protexer A Fraga Gorda por acoller especies de gran valor dende un punto de vista conservacionista. No catálogo elaborado, incluímos 50 especies de briófitos, das cales cinco se atopan ameazadas actualmente: a especie *Sphagnum majus* (Russ.) C. Jens. baixo a categoría de “en perigo (EN)” e as catro restantes baixo a categoría de “vulnerable (VU)” segundo o *Atlas y Libro Rojo de los Briófitos Amenazados de España* (Garilleti & Albertos, 2012). Trátase dos musgos, *Pseudotaxiphyllum laetevirens* (Koppe & Düll) Hedenäs. e *Sphagnum molle* Sull. e das hepáticas *Calypogeia neesiana* (Mass. & Carest.) K. Müll e *Telaranea nematodes* J.J. Engel & G.L. Merr. Tamén existen outras especies de briófitos presentes no catálogo que son interesantes para a conservación da biodiversidade segundo o *Atlas y Libro Rojo de los Briófitos Amenazados de España*. Estas especies están consideradas como “case ameazadas (NT)” e “preocupación menor (LC)” (Garilleti & Albertos, 2012). As especies de briófitos que se consideran como especies “casi ameazadas” son os musgos *Dicranum scoparium* Hedw., *Rhabdoweisia fugax* (Hedw.) B., S. & G., *Racomitrium aciculare*

(Hedw.) Brid., *Racomitrium aquaticum* (Schrad.) Brid., *Pseudotaxiphyllum elegans* (Brid.) Iwats. *Polytrichastrum formosum* Hedw., *Polytrichum commune* Hedw. e a hepática *Plagiochila punctata* Tayl. (Garilleti & Albertos, 2012).

Cómpre salientar tamén a importancia da Fraga Gorda pola súa riqueza pteridofítica. Podemos atopar tres especies de fieitos ameazados segundo o *Catálogo Rexional de Especies Ameazadas de Galicia*: *Culcita macrocarpa*, catalogada actualmente como especie “en perigo de extinción”, *Dryopteris aemula* e *Hymenophyllum tunnbrigense*, ambas especies consideradas como vulnerables (*Decreto 88/2007, de 9 de Mayo*; <https://cmatv.xunta.gal/>).

Será necesario no futuro realizar estudos de evolución da diversidade de briófitos presente no val do Rego Tras da Serra. As conclusións deste traballo apoian o indicado por Rodríguez Guitián et al. (2012) reclamando un espazo natural protexido para A Fraga Gorda pola súa particular diversidade. A proximidade da Fraga Gorda á Serra do Xistral, incluída na Rede Natura 2000 e considerada un espazo de interese para a brioflora, motiva a realizar nos vindeiros anos novos estudos para completar a información existente e conseguir que nun futuro este val sexa considerado un espazo protexido.

6. Conclusións

1. O val do Rego Tras da Serra pode ser considerado área de interese para a brioflora nun futuro próximo, xa que posúe unha alta diversidade briofítica e pteridofítica, incluíndo 16 especies sometidas a algún grao de ameaza.
2. A flora pteridofítica e briofítica presente no val do Rego Tras da Serra presenta afinidades bioxeográficas moi diversas, destacando as macaronésicas e tropicais.
3. A afinidade dos briófitos e pteridófitos do val polas rexións macaronésicas e tropicais contrasta coa alta afinidade das anxiospermas polas rexións eurosiberianas e circumboreais, polo que esta ausencia de anxiospermas macaronésicas no val do Rego Tras da Serra podería relacionarse cos diferentes tipos de dispersión e necesidades biolóxicas de criptógamas e fanerógamas.
4. A presenza de flora macaronésica e relictas no val é un motivo polo que protexer esta rexión, debido á perda de hábitat destas especies que se acelera pola presión antropoxénica e o cambio climático.
5. Existe un patrón en relación coa estratexia vital dos briófitos presentes no Rego Tras da Serra, de xeito que nas hepáticas, máis vinculadas directamente ao cauce fluvial, o número de especies colonizadoras ou pioneiras é maior que nos musgos, que se atopan en zonas máis estables onde predominan as especies perennes.

6. Conclusions

1. The Rego Tras da Serra valley can be considered an area of interest for bryoflora in the near future, as it has a high bryophytic and pteridophytic diversity, including 16 species subject to some degree of threat.
2. The pteridophytic and bryophytic flora present in the Rego Tras da Serra valley has very diverse biogeographical affinities, highlighting the Macaronesian and tropical ones.

3. The affinity of bryophytes and pteridophytes of the valley for macaronesian and tropical regions contrasts with the high affinity of angiosperms for Eurosiberian and circumboreal regions, so this absence of macaronesic angiosperms in the Rego Tras da Serra valley could be related to different types of dispersion and biological needs of cryptogamous and phanerogamous.

4. The presence of Macaronesian and relict flora in the valley is a reason to protect this region, due to the loss of habitat of these species that is accelerated by anthropogenic pressure and climate change.

5. There is a pattern in relation to the vital strategy of bryophytes present in the Tras da Serra Irrigation, so that in the liverworts, more directly linked to the riverbed, the number of colonizing or pioneering species is higher than in mosses, which are found in areas more stable where perennial species predominate.

7. Bibliografía

7.1. Artículos e libros

Aizpuru, I., Aseginolaza, C., Uribe-Echebarría, P. M., Urrutia, P., & Zorrakin, I. (1999). *Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Albertos, B., Garilleti, R., Heras, P., & Infante, M. (2018). On the mend of bryophyte conservation in Spain: preparing a proposal for the inclusion of bryophytes in national species protection catalogues. *Mediterranean Botany*. 39 (2): 119–128.

Alberruche del Campo, E. (1992). Cabecera del río Sor. Caracterización de su medio físico. *Boletín geológico y minero*. 103 (4): 110-125.

Arce Duarte, J.M. & Fernández Tomás, J. (1976). *Mapa geológico de España. Escala 1:50.000: Viveiro. Hoja 8 [Mapa]*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

Atherton, I., Bosanquet, S. & Lawley, M. (2010). *Mosses and liverworts of Britain and Ireland. A field guide*. British Bryological Society. Plymouth.

Barrón, E. (2003). Evolución de las floras terciarias en la Península Ibérica. *Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba*. 11: 63-74.

Braun-Blanquet, J. (1979) *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. Blume. Madrid.

Brugués, M., Cros, R.M., & Guerra, J. (2007). *Flora Briofítica Ibérica Vol. I*. Universidad de Murcia/Sociedad Española de Briología. Murcia.

Brugués, M., & Guerra, J. (2015). *Flora Briofítica Ibérica Vol. II*. Universidad de Murcia/Sociedad Española de Briología. Murcia.

Casas, C., Bruges, M., Cros, R.M. & Sergio, C. (2009). *Handbook of mosses of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.

- Charron, A. J., & Quatrano, R. S. (2009). Between a Rock and a Dry Place: The Water-Stressed Moss. *Molecular Plant*. 2(3): 478–486.
- Costa, M., Morla, C., & Sainz, H. (1997). *Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica*. Ed. Planeta. Barcelona.
- Cronquist, A. (1986). *Botánica básica*. Compañía Editorial Continental. México D.F.
- Decreto 88/2007, de 9 de Mayo, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Galicia. Diario Oficial de Galicia. D.O.G. Nº 89 de 09.05.2007.*
- Díaz, T.E., Fernández-Carvajal, M.C. & Fernández, J.A. (2004). *Curso de Botánica*. Trea Ciencias. Oviedo.
- Dierssen, K. (2001). *Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes*. J. Cramer. Stuttgart.
- Estébanez, B., Draper, I., & Medina, R. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. *Memorias de La Real Sociedad Española de Historia Natural, Segunda Época*. 9: 19-73.
- Feldberg, K., Schneider, H., Stadler, T., Schäfer-Verwimp, A., Schmidt, A. R., & Heinrichs, J. (2014). Epiphytic leafy liverworts diversified in angiosperm-dominated forests. *Scientific Reports*. 4: 5974.
- Fernández Vega, V. (1998). Flujo de precipitación, pluviolavado y escorrentía en la cuenca alta del río Sor. Aplicación de un balance de elementos al estudio de los efectos de la deposición atmosférica. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.
- Garilleti, R., & Albertos, B. (2012). *Atlas y Libro Rojo de los Briófitos Amenazados de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Geffert, J. L., Frahm, J. P., Barthlott, W., & Mutke, J. (2013). Global moss diversity: Spatial and taxonomic patterns of species richness. *Journal of Bryology*. 35 (1): 1-11.
- Guerra, J., Brugués, M., Cano, M.J., & Cros R.M. (2010). *Flora Briofítica Ibérica Vol IV*. Universidad de Murcia/Sociedad Española de Briología. Murcia.
- Guerra, J., Cano, M.J., & Brugués, M. (2014). *Flora Briofítica Ibérica Vol. V*. Universidad de Murcia/Sociedad Española de Briología. Murcia.
- Guerra, J., & Cros, R.M. (2006). *Flora Briofítica Ibérica Vol. III*. Universidad de Murcia/Sociedad Española de Briología. Murcia.
- Guerra, J., & Hedenäs, L. (2018). *Flora Briofítica Ibérica Vol. VI*. Universidad de Murcia/Sociedad Española de Briología. Murcia.
- Infante, M., Puellas, L. M., Albertos, B., Garilleti, R., & Heras, P. (2017). View on bryophyte conservation in Peninsular and Balearic Spain: Analysis of Red Lists and legal protection. *Cryptogamie, Bryologie*. 38: 19–51.
- Kondraskov, P., Schütz, N., Schüßler, C., Sequeira, M. M. de, Guerra, A. S., Caujapé-Castells, J., Jaén-Molina, R., Marrero-Rodríguez, Á., Koch, M. A., Linder, P., Kovar-Eder, J., & Thiv, M. (2015). Biogeography of Mediterranean Hotspot Biodiversity: Re-Evaluating the “Tertiary Relict” Hypothesis of Macaronesian Laurel Forests. *Plos One*. 10(7): e0132091.

- Konrat, M. Von, Shaw, A. J., & Renzaglia, K. S. (2010). A special issue of *Phytotaxa* dedicated to Bryophytes: The closest living relatives of early land plants. *Phytotaxa*. 9(1): 5–10.
- Lüth, M. (2019). *Mosses of Europe: a photographic flora Vol I-III*. Poppen & Ortmann KG. Friburgo.
- Macías Vázquez, F. & Calvo De Anta, R. (2011). Los suelos. *Atlas de Galicia*. 1: 642-2001.
- Ordóñez, M. C. F., González, T. E. D., & Prieto, M. Á. C. (2003). Evaluación de la biodiversidad briopteridofítica de la cuenca del río de Nueva (Llanes, Asturias, N Península Ibérica): bases para su protección y conservación. *Acta Botánica Barcinonensia*. 49: 191–208.
- Patiño, J., Carine, M., Mardulyn, P., Devos, N., Mateo, R. G., González-Mancebo, J. M., Shaw, A. J., & Vanderpoorten, A. (2015). Approximate Bayesian Computation Reveals the Crucial Role of Oceanic Islands for the Assembly of Continental Biodiversity. *Systematic Biology*. 64(4): 579–589.
- Patiño, J., Mateo, R. G., Zanatta, F., Marquet, A., Aranda, S. C., Borges, P. A. V., Dirkse, G., Gabriel, R., Gonzalez-Mancebo, J. M., Guisan, A., Muñoz, J., Sim-Sim, M., & Vanderpoorten, A. (2016). Climate threat on the Macaronesian endemic bryophyte flora. *Scientific Reports*, 6.
- Ramil Rego, P., & Aira Rodríguez, M.J. (1996). Caracterización de la vegetación en las Sierras septentrionales de Galicia desde el final del Tardiglaciario. *Botánica Macaronésica*. 23: 255-268.
- Reinoso Franco, J. (1984). Contribución al conocimiento de la flora briofítica de Galicia. Briófitos de la Fraga de Caaveiro. I. Musgos. *Lazaroa*. 6: 237-247.
- Reinoso Franco, J. (1985). Contribución al conocimiento de la flora briofítica de Galicia. Briófitos de la Fraga de Caaveiro. II. Hepáticas. *Acta Botánica Malacitana*. 10: 17-26.
- Rivas-Martínez, S., Gandullo Gutiérrez, J. M., Allué Andrade, J. L., Montero de Burgos, J. L., & González Rebollar, J. L. (1987). *Memoria del Mapa de series de vegetación de España 1:400.000. Serie Técnica*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Rodríguez Guitián, M. (2010). Aportacións sobre a tipoloxía e composición florística dos bosques mesófilos de quercíneas do occidente da Cornixa Cantábrica (NW Ibérico). *Recursos Rurais: Revista Oficial Do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER)*. 6: 35-73.
- Rodríguez Guitián, M., Ferreiro da Costa, J., Ramil Rego, P., & Lijó Pose, G. (2012). Caracterización ambiental, demografía y amenazas para su conservación de la población lucense de *Culcita macrocarpa* C. Presl. (NW ibérico). *Recursos Rurais: Revista Oficial Do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER)*. 7: 15-25.
- Rodríguez Guitián, M. & Ramil Rego, P. (2008). Fitogeografía de Galicia (NW Ibérico): análisis histórico y nueva propuesta corológica. *Recursos Rurais: Revista Oficial Do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER)*. 4: 19-50.
- Rothero, GP. (2005). Oceanic bryophytes in Atlantic oakwoods. *Botanical Journal of Scotland* 1: 135-140.

Seoane Rebollo, I. (2020). Flora briofítica en un robledal Galaico-Asturiano: razones para la conservación de A Fraga Gorda (Muras-Ourol, Lugo). Trabajo fin de grado. Facultad de Ciencias. Universidade da Coruña. A Coruña.

Villarreal, J. C., Cargill, D. C., Hagborg, A., Soderstrom, L., & Renzaglia, K. S. (2014). A synthesis of hornwort diversity: Patterns, causes and future work. *Phytotaxa*. 9(1): 166.

7.2. Páxinas web

Biblioteca digital del Real Jardín Botánico. Flora ibérica. Briófitas (1ª y 2ª parte). [online] Disponible en <https://bibdigital.rjb.csic.es/records/item/11232-flora-ibericabriofitas?offset=3> [Consultado 3 de xuño 2021].

Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Vivenda (Xunta de Galicia): *Catálogo Galego de Especies Ameazadas*. [online] Disponible en https://cmatv.xunta.gal/seccion-organizacion/c/DX_Conservacion_Natureza?content=Direccion_Xeral_Conservacion_N [Consultado 5 de agosto 2021].

Consello da Cultura Galega. *Álbum de Galicia: Antonio Casares*. [online] Disponible en <http://consellodacultura.gal/album-de-galicia/detalle.php?persoa=730> [Consultado 24 de xuño 2021].

Flora Briofítica Ibérica. [online] Disponible en <http://www.florabriofiticaiberica.com/> [Consultado 17 de xuño 2021].

Información Xeográfica de Galicia: visualizador de mapas [online] Disponible en <http://mapas.xunta.gal/visores/basico/> [Consultado 5 de maio 2021].

Instituto Geológico y Minero de España: cartografía geológica [online] Disponible en <https://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?Id=8&language=es> [Consultado 11 de maio 2021].

Propiedade Solos de Galicia: litoloxía. [online] Disponible en <http://rgis.cesga.es/> [Consultado 14 de maio 2021].

Servicio Meteorológico de la Xunta de Galicia [online] Disponible en <https://www.meteogalicia.gal/observacion/estacionshistorico/historico.action?idEst=10162> [Consultado 3 de maio 2021].

Anexo I: Catálogo Florístico

O significado de todas as abreviaturas que se mostram neste catálogo florístico aparece indicado no apartado de Material e Métodos deste trabalho *

División Marchantiophyta

Orde Jungermanniales

- Familia Calypogeaceae

Calypogeia arguta Nees & Mont.: O₁₋₂; Circumpolar, África, Macaronesia, Sureste de Asia e Norte de América; Colonizadora; Acidófila; TS II.

Calypogeia muelleriana (Schiffn.) K. Müll.: O_{1-C2}; Circumpolar e Macaronesia; Colonizadora; Acidófila; C3.

Calypogeia neesiana (Mass. & Carest.) K. Müll.: O_{1-C2}; Circumpolar e Macaronesia; Colonizadora; Acidófila-subneutrófila; C3; VU.

- Familia Gymnomitriaceae

Marsupella emarginata (Ehrh.) Dumort.: O_{1-C2}; Circumpolar, Macaronesia, África e centro e sur de América; Colonizadora pioneira; Acidófila-subneutrófila; TS III.

- Familia Jubulaceae

Frullania tamarisci (L.) Dum.: O₁₋₂-(C₁); Circumpolar, Norte de África, Macaronesia e Sureste de Asia; Vida longa; Acidófila; TS II.

- Familia Lejeuneaceae

Microlejeunea ulicina (Tayl.) Evans.: O₁₋₂; Circumpolar, África, Macaronesia, Centro de América e Sureste de Asia; Vida longa; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS II.

Plagiochila punctata Tayl.: O₁₋₍₂₎; Eurasia e Macaronesia; Perenne; Acidófila-subneutrófila; TS II; NT.

Plagiochila spinulosa (Dicks.) Dum.: O₁₋₍₂₎; Europa e Macaronesia; Perenne; Acidófila-subneutrófila; C3.

- Familia Lepidoziaceae

Bazzania trilobata (L.) S.F. Gray: O_{1-C2}; Circumpolar e Macaronesia; Perenne competitiva; Acidófila; TS III;

Telaranea nematodes J.J. Engel & G.L. Merr.: O₁; Circumpolar, Macaronesia, África, Centro e sur de América; Colonizadora; Acidófila; C3; VU.

- Familia Lophocoleaceae

Lophocolea bidentata (L.) Dum.: O₁-C₂; Circumpolar, África, Macaronesia, centro e sur de América e Nova Zelanda; Perenne competitiva; Acidófila-subneutrófila; TS III.

- Familia Scapaniaceae

Diplophyllum albicans (L.) Dum.: O₁-C₁; Circumpolar, Norte de África, Macaronesia e Oceanía; Colonizadora pionera; Acidófila e rara vez subneutrófila; C3 e TS II; LC.

Scapania gracilis Lindb.: O₁₋₂; Eurasia, Norte de África, Macaronesia e centro de América; Perenne; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS II.

Scapania undulata (L.) Dum.: O₁₋₃-(C₂); Circumpolar, Norte de África e Macaronesia; Perenne competitiva; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS II.

- Familia Solenostomataceae

Nardia compressa (Hook.) S. Gray: O₁₋₂-(C₂); Circumpolar; Perenne; Acidófila; C3 e TS III.

Nardia scalaris S. F. Gray: O₁-C₂; Circumpolar, Norte de África e Macaronesia; Colonizadora; Acidófila-subneutrófila; TS II e TS III; LC.

Orde Lophoziales

- Familia Lophoziaceae

Lophozia ventricosa (Dicks.) Dum.: O₁-C₂; Circumpolar; Colonizadora pionera; Acidófila; C3.

Nowellia curvifolia (Dicks.) Mitt.: O₁-C₂; Circumpolar, Macaronesia, Norte de África e centro e sur de América; Colonizadora; Acidófila-subneutrófila; TS II.

Orde Metzgeriales

- Familia Metzgeriaceae

Metzgeria furcata (L.) Dum.: O₁₋₂-(C₂); Cosmopolita; Perenne; Acidófila-subneutrófila; C3.

Orde Pelliales

- Familia Pelliaceae

Pellia epiphylla (L.) Corda.: O₁₋₂-(C₁); Circumpolar, Norte de África e Sureste de África; Colonizadora; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS II.

División Bryophyta

Orde Bryales

- Familia Mniaceae

Mnium hornum Hedw.: O₁₋₃; Circumpolar, Norte de África e Macaronesia; Vida longa; Acidófila-(subneutrófila); C3.

Orde Dicranales

- Familia Dicranaceae

Dicranum scoparium Hedw.: O_{1-C2}; Cosmopolita; Perenne competitiva; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS III; NT.

-

- Familia Fissidentaceae

Fissidens polyphyllus Wils. Ex. B., S. & G.: O₁₋₂; Europa, Sur de África e Macaronesia; Perenne; Acidófila-subneutrófila; C3, TS II e TS III.

- Familia Leucobryaceae

Campylopus introflexus (Hedw.) Brid: O₁₋₂; Cosmopolita; Perenne e dominante; Acidófila; TS III.

Leucobryum juniperoideum (Brid) C. Müll.: O_{1-C2}; Circumpolar, África, Macaronesia e Sur de América; Perenne; Acidófila; C3, TS III e TS III.

- Familia Oncophoraceae

Rhabdoweisia fugax (Hedw.) B., S. & G.: O_{1-C2}; Eurasia, Macaronesia, Centro-Sur de América e Sur de África; Colonizadora; Acidófila; Curso medio; NT; TS III.

Orde Grimmiales

- Familia Grimmiaceae

Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.: O_{1-C2}; Circumpolar, Norte de África, Macaronesia e Sur de África; Colonizadora pionera; Acidófila-subneutrófila; TS III; NT.

Racomitrium aquaticum (Schrad.) Brid.: O_{1-C2}; Circumpolar, Macaronesia, Sur de África, Sur de América e Australia; Colonizadora pioneira; Acidófila; C3; NT.

Orde Hookeriales

- Familia Hookeriaceae

Hookeria lucens (Hedw.) Sm.: O₁₋₂; Circumpolar e Macaronesia; Perenne; Acidófila-subneutrófila; C3.

Orde Hypnales

- Familia Hypnaceae

Hyocomium armoricum (Brid.) Wijk. & Marg.: O₁₋₂; Eurasia, Este de Asia e Macaronesia; Perenne; Acidófila-(subneutrófila); C3, TS II e TS III.

Hypnum cupressiforme Hedw.: O_{1-C1}; Cosmopolita; Perenne tolerante ao estrés; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS II.

Hypnum jutlandicum Holmen & Warncke.: O_{1-2(-C2)}; Europa, Norte e centro de África, Macaronesia e Norte de América; Perenne; Acidófila; C3.

- Familia Brachytheciaceae

Isothecium myosuroides Brid.: O₁₋₂; Circumpolar e Norte de África; Perenne tolerante ao estrés; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS II.

Kindbergia praelonga (Hedw.) B., S. & G.: O_{1-2(-C2)}; Circumpolar, Norte de África, Macaronesia, Centro América, Australia e Antártida; Perenne; Acidófila-subneutrófila; C3.

Pseudoscleropodium purum (Hedw.) Limpr.: O_{1-C1}; Cosmopolita; Perenne; Acidófila-basófila; TS III; LC.

- Familia Hylocomiaceae

Rhytidiadelphus loreus (Hedw.) Warnst.: O₁₋₂; Circumpolar e Macaronesia; Perenne competitiva; Acidófila; TS III.

Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst.: O_{1-C2}; Circumpolar, Macaronesia e Nova Zelanda (introducida); Perenne competitiva; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS III.

- Familia Plagiotheciaceae

Plagiothecium undulatum (Hedw.) B., S. & G.: O₁₋₂; Circumpolar e Sureste de Asia; Perenne competitiva; Acidófila; C3 e TS III.

Pseudotaxiphyllum elegans (Brid.) Iwats.: O_{1-C2}; Circumpolar, Norte de África, Macaronesia e Oceanía (Hawaii); Colonizadora pioneira; Acidófila(-subneutrófila); C3; NT.

Pseudotaxiphyllum laetevirens (Koppe & Düll) Hedenäs.: O₁; Macaronesia; Colonizadora pioneira; Acidófila; C3; VU.

- Familia Thuidiaceae

Thuidium tamariscinum (Hedw.) B., S. & G.: O_{1-C2}; Circumpolar, África, Macaronesia (rara) e Centro e Sur de América; Perenne; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS III.

Orde Polytrichales

- Familia Polytrichaceae

Polytrichastrum formosum Hedw.: O₁-C₂; Circumpolar, África, Macaronesia, Centro de América, Sureste de Asia e Nova Zelanda; Perenne competitiva; Acidófila; C3; NT.

Polytrichum commune Hedw.: O₁-C₁; Zona Holártica e Sureste de Asia; Perenne competitiva; Acidófila(-subneutrófila); TS III; NT.

Orde Sphagnales

- Familia Sphagnaceae

Sphagnum denticulatum Brid.: O₁₋₂; Circumpolar, Norte de África, Macaronesia e Centro e Sur de América; Dominante e de vida longa; Acidófila-subneutrófila; TS III.

Sphagnum fimbriatum Wils.: O₁-C₁; Circumpolar, Sur de África, Sur de América, Nova Zelanda e Antártida; Vida longa; Acidófila-subneutrófila; C3 e TS II.

Sphagnum majus (Russ.) C. Jens.: O₂-C₂; Circumpolar, Vida longa; Acidófila; TS II; EN.

Sphagnum molle Sull.: O₁₍₋₂₎; Circumpolar e sur de América; Vida longa; Acidófila; TS III; VU.

Sphagnum subnitens Russ & Warnst.: O₁₋₂-(C₂); Circumpolar, Norte de África, Macaronesia, centro e sur de América, Nova Zelanda e Antártida; Vida longa; Acidófila-subneutrófila; TS III.

Sphagnum papillosum Lindb.: O₁₋₂-C₂; Circumpolar, Sur de América e Nova Zelanda; Vida longa e dominante; Acidófila(-subneutrófila); TS III.

Sphagnum tenellum (Brid.) Bory: O₁₋₂-(C₂?); Circumpolar, Macaronesia e centro e sur de América; Vida longa; Acidófila; TSII.

División Tracheophyta

Subdivisión Euphyllophytina

Clase Polypodiopsida

Orde Cyatheales

- Familia Dicksoniaceae

Culcita macrocarpa C. Presl: endemismo atlántico-macaronésico; Xeófito; C3; En perigo de extinción.

Orde Hymenophyllales

- Familia Hymenophyllaceae

Hymenophyllum tunbrigense (L.) Sm.: Plurirrexional: subtropical e mediterránea-atlántica; Xeófito; C3 e TS II; VU.

Orde Osmundales

- Familia Osmundaceae

Osmunda regalis L.: Plurirrexional: zonas templadas e zonas tropicais; Hemicriptófito; TS III.

Orde Polypodiales

- Familia Blechnaceae

Blechnum spicant (L.) Roth: Circumboreal; Hemicriptófito; C3, TS II e TS III.

- Familia Dryopteridaceae

Dryopteris aemula (Aiton) O. Kuntze: Atlántica; Hemicriptófito; C3, TS II e TS III; VU.

Dryopteris affinis (Lowe) Fraser-Jenkin: Eurosiberiana; Hemicriptófito; C3, TS II e TS III.

Dryopteris dilatata (Hoffm.) A. Gray: Eurosiberiana; Hemicriptófito; TS III.

- Familia Thelypteridaceae

Lastrea limbosperma (All.) J. Holub: Circumboreal; Hemicriptófito; TS III.

- Familia Woodsiaceae

Athyrium filix-femina (L.) Roth: Plurirrexional: Reino Holártico; Xeófito; TS II.

Clase Magnoliopsida

Orde Aquifoliales

- Familia Aquifoliaceae

Ilex aquifolium L.: Eurosiberiana; Fanerófito perenne; C3, TS II e TS III.

Orde Apiales

- Familia Araliaceae

Hedera helix L.: Circumboreal; Fanerófito perenne; C3, TS II e TS III.

Orde Caryophyllales

- Familia Polygonaceae

Rumex acetosa L.: Circumboreal; Hemicriptófito; TS III.

Orde Dipsacales

- Familia Caprifoliaceae

Lonicera periclymenum L.: Eurosiberiana; Fanerófito caduco; TS II e TS III.

Orde Ericales

- Familia Ericaceae:

Erica arborea L.: Mediterránea-Atlántica; Fanerófito perenne; TS II e TS III.

Erica tetralix L.: Atlántica; Caméfito (Fanerófito perenne); TS III.

Vaccinium myrtillus L.: Boreo-Alpina; Caméfito (Fanerófito caduco); C3 e TS II.

Orde Fagales

- Familia Betulaceae

Betula alba L.: Eurosiberiana; Fanerófito caduco; C3, TS II, TS III.

Corylus avellana L.: Eurosiberiana; Fanerófito caduco; C3, TS III.

- Familia Fagaceae

Quercus robur L.: Eurosiberiana; Fanerófito caduco; TS II e TS III.

Orde Geraniales

- Familia Oxalidaceae

Oxalis acetosella L.: Circumboreal; Xeófito; C3 e TS III.

Orde Lamiales

- Familia Lamiaceae

Ajuga reptans L.: Eurosiberiana; Hemicriptófito; C3.

- Familia Scrophulariaceae

Digitalis purpurea L.: Atl.: subatlántica; Hemicriptófito; TS III.

Orde Poales

- Familia Juncaceae

Luzula sylvatica (Hudson) Gaudin: Eurosiberiana; Hemicriptófito; C3 e TS II.

- Familia Poaceae

Agrostis curtisii Kerguelen: Atlántica; Hemicriptófito; TS II e TS III.

Agrostis stolonifera L.: Circumboreal; Hemicriptófito; C3, TS II e TS III.

Anthoxanthum amarum Brot.: Endemismo Atlántico; Hemicriptófito; C3 e TS III.

Orde Rosales

- Familia Rosaceae

Rubus ulmifolius Schott: Eurosiberiana; Fanerófito perenne; TS II e TS III.

Orde Saxifragales

- Familia Saxifragaceae

Saxifraga spathularis Brot.: Atlántica; Hemicriptófito; C3, TS II e TS III.